

# 一种变革生产方式的高级标准化形式 ——通用化在工程机械企业降本增效中的应用

刘方刚<sup>1</sup> 张军杰<sup>1</sup> 王平<sup>2</sup>

(1.三一重工股份有限公司; 2.中国标准化研究院)

**摘要:** 工程机械行业逐渐进入存量市场, 成本控制能力成为企业的核心竞争力。通用化作为一种标准化的高级形式, 在产品快速迭代, 零部件成本控制和设计可靠性提升方面发挥越来越重要的作用。特别是统型降本, 通用化降本实践已在工程机械、乘用车、家电行业得到广泛的应用。本文主要介绍通用化在提升产品竞争力方面的关键作用, 并归纳总结工程机械行业通用化降本方法论, 为通用化降本在其他行业的应用推广提供理论方法依据, 发挥通用化在统型降本和产品竞争力提升方面的优势。

**关键词:** 通用化, 模块化, 标准化, 降本, 统型

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2023.07.002

## An Advanced Standardization Form of Changing Production Mode —The Application of Commonality in Cost Reduction and Efficiency Increase of Construction Machinery Enterprises

LIU Fang-gang<sup>1</sup> ZHANG Jun-jie<sup>1</sup> WANG Ping<sup>2</sup>

(1.SANY Heavy Industry Co., Ltd.; 2. China National Institute of Standardization)

**Abstract:** As the construction machinery industry is gradually entering the stock market, cost control ability has become the core competitiveness of enterprises. Commonality, as an advanced form of standardization, plays an increasingly important role in rapid product iteration, cost control of parts, and design reliability improvement. Especially in the field of uniform cost reduction, the practice of commonality cost reduction has been widely used in the industries including construction machinery, passenger vehicles, household appliances. This paper mainly introduces the key role of commonality in improving product competitiveness, and summarizes the methodology of commonality cost reduction in construction machinery industry, providing theoretical and methodological basis for the application of commonality cost reduction in other industries, and giving full play to the advantages of commonality in cost reduction and product competitiveness improvement.

**Keywords:** commonality, modularization, standardization, cost reduction, uniform

**作者简介:** 刘方刚, 工程师, 从事标准化、通用化工作, 曾在Scientific Reports, Journal of Nuclear Materials, Journal of Materials Chemistry 等期刊发表论文10余篇。

张军杰, 部长, 统筹三一集团通用化、标准化工作。

王平, 研究员, 原中国标准化研究院副总工程师, 重点研究方向为标准化历史和基本原理、标准化与创新、企业标准化以及国际标准化等, 曾获得国务院政府特殊津贴。

## 0 引言

随着大基建、房地产市场的萎缩,工程机械竞争日渐白热化。三一重工净利润率从2019年14.97%跌至2022年5.34%,徐工集团也在5%~6%之间浮动。成本成为企业最核心的竞争力之一,工程机械企业能否平稳度过新一轮的行业下行周期,成本控制变得越来越重要。

通用化作为一种产品设计、统型的思维,在产品快速迭代,零部件成本控制和提升设计可靠性方面发挥越来越重要的作用。特别是零部件统型降本,通用化降本实践已在乘用车、工程机械、家电行业得到广泛的应用<sup>[1-3]</sup>。

向规模个性化定制。生产效率和个性化配置的成为产品开发的主要矛盾,能否基于快速变化的市场和客户新需求快速推出产品,考验着企业的研发能力。

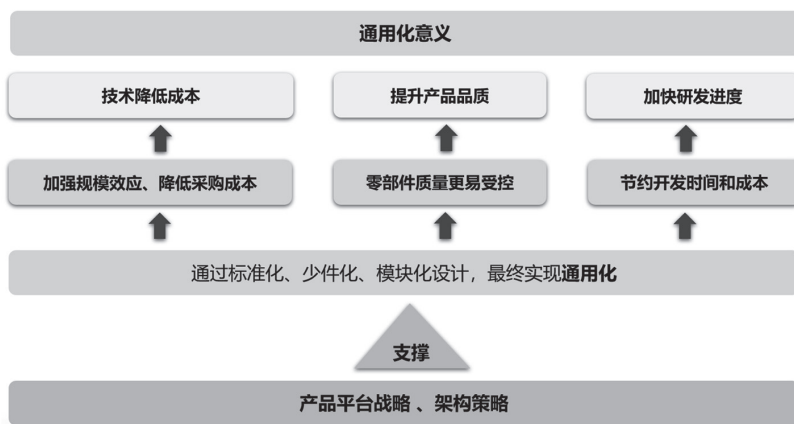


图1 通用化意义

## 1 什么是通用化

通用化是指最大限度地扩大同一单元的使用范围、减少其种类和规格,是标准化的高级形式,是模块化的基础。通用化分为继承通用化、开发通用化、压缩通用化、定标通用化。①继承通用化:新系统开发时选用现有系统中可继承的单元的一种通用化形式;②开发通用化:通过对未来发展需求的预测,有目的和选择地设计、生产的通用化单元,在新系统开发时推广使用的一种通用化形式;③压缩通用化:将多个品种进行归并,形成一种能广泛使用的品种;④定标通用化:将通用性强、适用面广的产品制定为标准而形成的通用化对象。

## 2 为什么是通用化

通用化可以增强规模效应,降低采购成本,同时减少零部件种类,提升零部件品质,节约开发和验证时间,以应对生产方式的变革、模块化设计的需求和零部件多样化挑战(如图1所示)。

### 2.1 生产方式变革

从工业革命开始,工业生产方式从单件定制向大规模批量生产转变;21世纪后,由大规模生产转

为应对上述变化,企业也在不断压缩产品开发周期,例如:吉利汽车全新车型开发周期从60个月,缩短到35个月,工程机械全新机型开发仅需12~15个月,改款机型则只有3~6个月。缩短开发周期意味着要尽可能减少全新零部件的开发,在设计阶段充分考虑零部件、系统的通用性。

### 2.2 管理成本降低

如表1统计所示,新增一个物料编码,从物料编码申请到服务资料编制多达25个流程步骤,仅人力工时成本就达3000余元。

物料编码的管理成本还包含低质量数据清洗、库存管理、质量校验、财务分析、IT系统资源占用等,根据华为测算,每个物料编码管理成本为800美元/年。基于以上所述新增一个物料包含大量的管理成本,提高物料通用性,降低物料新增速度,能有效降低企业的管理成本。

### 2.3 零部件多样化挑战

产品的定制化伴随着零部件种类的多样化,物料编码数量和种类的新增不仅带来额外的管理成本,也对研发、制造、商务和服务各个业务体系提出了巨大的挑战(如图2所示)。

1993年日产公司发现,仅仅当时生产的车型中,就使用了110种不同的散热器、300种不同的烟

表1 新增一个物料编码工时成本统计

工序	从设计到装配的步骤	涉及部门	耗费工时（h）	单位工时费用预估（元/小时）	总费用（元）
1	新物料编码申请	研发	1	74	74
2	技术状态确定及技术协议签订	研发	2	74	148
3	提交采购计划	研发	0.2	74	14.8
4	提交初物流程	研发	1	74	74
5	下达采购计划	研发	0.2	74	14.8
6	采购流程审批	商务	0.1	56	5.6
7	采购计划分发	商务	0.1	56	5.6
8	商务品类维护	商务	0.2	56	11.2
9	供应商询价及谈判	商务	2	56	112
10	采购执行	采购执行	1	56	56
11	来料检验	质保部	0.5	56	28
12	入库分类	仓库管理	1	56	56
13	立体仓库上架	仓库管理	1	56	56
14	存放（占地、管理）	仓库管理	1	500	500
15	新物料安装	制造	1	56	56
16	新物料安装说明书制定	研发	1	74	74
17	BOM修改单编制	研发	1	74	74
18	BOM修改单流程提交及审批	研发	1	74	74
19	编制技术文件试装及现场装配支持	研发	2	74	148
20	试装跟料	研发	2	74	148
21	初物装车验证签字确认	研发	2	74	148
22	新物料试装试验费	研发	1	1000	1000
23	新物料转运	制造	1	56	56
24	售后配件发运及清单更新	服务	1	56	56
25	服务图册编制	研发	2	74	148
新增一个编码的费用					3138
注：研发人员按1.3万元月薪计，折算为74元/小时；商务、制造管理类、服务、质保等非研人员按1万元月薪计，折算为56元/小时					

灰缸、437种仪表盘、1200种车内地毯和6000种不同的紧固件。某电子企业有1500种电阻，其中包括电阻容差为1000欧姆的120个不同形式和尺寸的电阻。该企业通过统型将这1500种电阻减少到不到200种。三一集团在2022年底零部件数量500多万，同类零部件种类多（如：法兰3.46万，灯0.22万），同类供应商多（灯具供应商96家）。

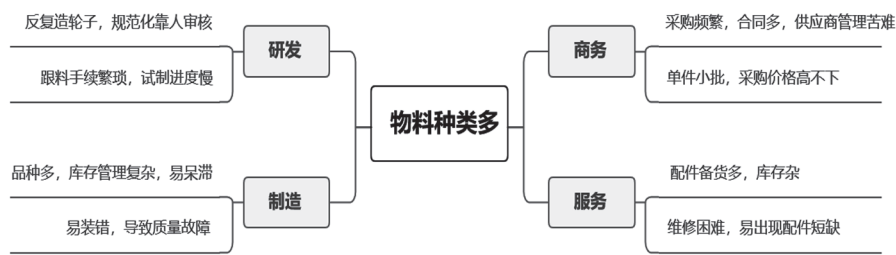


图2 物料种类多对各业务体系影响

2.4 模块化设计需求

模块化是设计的基础，在成本降低、缩短研发周期、节省人力资源方面有明显的优势<sup>[4]</sup>。模块化是基于标准化的设计（如：硬件接口、安装尺寸）<sup>[5,6]</sup>，打造通用性零部件，以实现模块、系统的通用<sup>[7]</sup>。乘用车广泛采用模块化架构设计降低成本，如：沃尔沃SPA、大众MQB<sup>[8]</sup>。沃尔沃通过模块化设计（如图3所示），使用一个架构覆盖两个级别三种类型的车型，实现不同品牌技术共享，专用件比例下降60%，零部件通用化率大于40%。

MQB是大众集团横置发动机模块化平台，较老平台（PQ25）缩减20%生产成本、30%制造时间，发动机和变速箱种类减少88%。MQB通过模块化、标准化设计，实现强大的平台兼容性和车型衍生能力，兼容车型40款，单一

产线产量每小时30~60辆,可选择性配置20余项。

(以泵车、搅拌车和应急装备为例)通过族群、平



图3 沃尔沃可扩展架构平台

### 3 工程机械通用化实践

#### 3.1 零部件识别

大众通过平台化设计实现产品快速复制,沃尔沃通过通用化降低专用件比例。借鉴乘用车模块化和通用化设计思路,结合工程机械特点(主机种类多、BOM结构各异、架构体系区别于乘用车),三一集团形成了通过族群-平台-模块-零件四级穿透的通用化工作开展方法,打造跨事业部/研究院平台,工作装置系列化,开展研究院、集团级通用化(如图4所示)。三一通过开展集团级通用化和研究院级通用化,年立项项目500+,实现年降本1亿元以上。通过通用化不仅实现直接的成本收益,还实现管理成本的显著降低,通用化的物料编码减少50%以上,编码新增速率降低70%,同时通用化统型的成果可直接用在新项目的研发选型,显著提升研发效率。



图4 通用化工作开展方法

具体开展的工作包括：①针对泵车主机产品

台、模块及零部件四级穿透,针对底盘、臂架可打造跨研究院平台;②针对泵车泵送系统、搅拌车上装进行研究院系列化;③针对泵送料斗、转塔转台和码盘进行研究院通用化;④针对蓄电池、摄像头液

压泵、液压阀等开展集团通用化(如图5所示,图中编号与本段中的编号对应)。

通用化零部件识别共计3步:层级梳理,BOM结构梳理,拓扑关系梳理。

(1)层级梳理,本步骤主要确定主机的族群类别、子系统类别各平台下模块的类别。

(2)BOM结构梳理,本步骤以各子系统平台为单元,进行通用化分析,通过BOM结构梳理形成平台-模块-典型零部件拓扑关系图(如图5所示)。

(3)拓扑关系梳理,本步骤主要确定典型零部件的通用性与通用性参数,确定通用性零部件与主机族群的拓扑关系,输出典型零部件通用化方案。

#### 3.2 零部件通用化实施方法

以蓄电池为例,对零部件通用化进行标准工作分解。如图6零部件通用化共计7步:(1)导出所有蓄电池清单,并根据使用单位进行任务分解;(2)各使用单位根据现状和规划输出统型清单;(3)根据各单位的清单,输出集团级的统型清单,并发布

形成《物料型谱企业标准》;(4)依据集团级统型清单,在系统中更改物料的状态(优选、作废、仅做配件);(5)在统型的基础上进行通用化规划,使用20小时率额定容量、低温起动电流规格、端子类型3个选型参数锁定蓄电池的12种技术状态;根据

技术状态重新进行供应商规划(淘汰低质供方、引入新供方、合并供方进行价格谈判);(6)将通用



化方案在集团发布,以供选型参考;(7)将通用化成果加入通用件库,并根据通用件管控流程进行管控。

	泵车	搅拌车	消防车装备
族群	14族21群	4族8群	15族40群
平台	底盘 <sup>①</sup> 臂架 <sup>①</sup> 泵送 <sup>②</sup> 转塔 液压 电气	底盘 <sup>①</sup> 上装 <sup>②</sup> 电气	底盘 <sup>①</sup> 臂架 <sup>①</sup> 液压 电气
模块	二桥 39米 160泵送 <sup>②</sup> 86吨 三桥 43米 180泵送 110吨 四桥 62米 230泵送 160吨 ... 五桥 50米 260泵送 180吨	二桥 搅拌筒 三桥 副车架 四桥 驱动系统 ... 五桥 供水系统	二桥 折叠臂 三桥 32米臂 四桥 41米臂 ... 五桥 48米臂
零部件	车桥 滑动轴承 料斗 <sup>③</sup> 转台 <sup>③</sup> 液压泵 <sup>④</sup> 控制器 <sup>④</sup> 车架 臂架配管 水箱 码盘 液压阀 显示屏 ...	车桥 搅拌筒 中控屏 <sup>④</sup> 车架 搅臂 车灯 ...	车桥 滑动轴承 液压泵 <sup>④</sup> 控制器 <sup>④</sup> 车架 臂架配管 液压阀 蓄电池 ...

图5 通用化零部件识别



图6 零部件通用化方案实施路线图

蓄电池经过通用化统型和规划将原本115个编码压缩到47个, 整合率59%, 通过统型 (低成本替代高成本) 和集采 (缩减供应商, 提高采购量, 重新价格谈判), 实现年降本348.7万。

### 3.3 成果管控

零部件通用化能否广泛应用, 关键在于对通用

化成果的落地管控。管控手段可以通过建立通用件库和严控通用物料新增来实现。通用件库建立:

将通用件入库管理, 研发零部件选型时, 直接从通用件库中选择, 每年根据法规和技术升级对通用件库进行迭代和更新; 严控物料新增: 当有编码新增需求时, 系统会提示并推荐通用件库的物料, 如不能满足需求, 编码新增审批流程会到通用化中心审批, 通用化中心组织多方评审决策是否新增编码; 如果需求合理, 则允许新增并将新技术状态的编码更新到通用件库 (如图7所示), 以保持通用件库的实效性和全面性。通过上述流程的管控, 可有效避免无序和重复新增, 大幅降低编码新增的速度, 已发挥通用化在提质降本中的作用。

## 4 结论

生产方式的变革、物料管理成本激增、模块化设计需求和物料种类日益多样性都对物料通用化提出了更高的要求。本文以工程机械行业通用化实

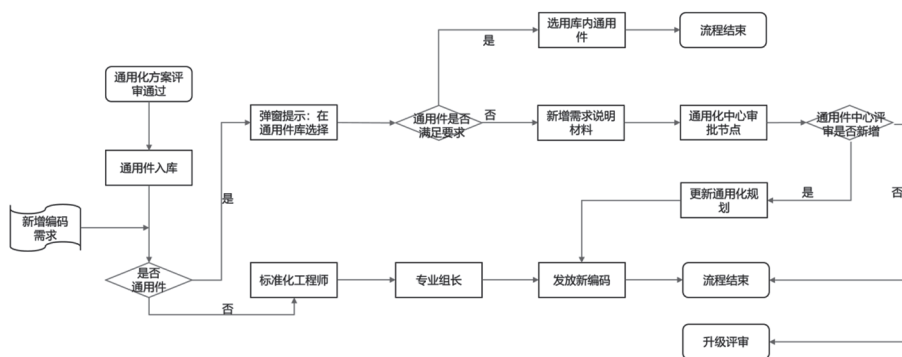


图7 通用化零部件管控流程

践结合乘用车模块化设计思想,从零部件识别、通用化方法到通用件的落地管控,系统介绍了工程机械行业通用化开展的方法论。三一通过开展通用化,实现年降本1亿元以上,物料编码减少50%以

上,编码新增速率降低70%以上,同时实现管理成本的显著降低。本文通过理论结合实践的方式论述通用化对降本增效和产品竞争力提升的关键作用,为其他行业开展通用化工作提供参考。

#### 参考文献

- [1] 王超,李晓江,徐剑波. 乘用车天窗通用化策略[J]. 汽车工程师, 2013(10):20-23.
- [2] 申茜茜,王小品,张益民. 工程机械方向盘通用化及人机工程学设计[J]. 设计·计算, 2022(12): 78-83.
- [3] 陈桂芬. 标准化、通用化、模块化设计在洗衣机上的应用[J]. 装备制造技术, 2010(5):192-194.
- [4] 张纯洪,吴迪. 模块化生产对汽车产业的发展影响及其后发优势分析[J]. 科学学研究, 2008(4): 754-758.
- [5] 金云凤. 我国枪械接口“通用化”的思考[J]. 兵工标准化, 1999(6):3-7.
- [6] 李春田,等. 标准化概论(第七版)[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2022:105-106.
- [7] 马钧,任云. 整车企业产品开发策略发展趋势——基于平台的模块化发展战略[J]. 上海汽车, 2010(1): 36-40.
- [8] 陈劲,桂彬旺,陈钰芬. 基于模块化开发的复杂产品系统创新案例研究[J]. 科学管理, 2006(6):1-8.

(上接第10页)

际标准“双循环”,推动标准化与科技创新互动发展。高校优势学科领域具有人才培养体系完善、科学研究水平高、师资队伍强、国际化需求旺等特点和优势。面向国家标准化对外开放水平提升的战略需求,需要越来越多的高校发挥优势学科领域技

术优势,加强技术标准研究,推动先进适用科技成果融入标准,推进科技成果向标准转化,以体系完备、先进合理、国际兼容的标准技术来提升国际科技人文交流层次、深度和水平,助力优势学科融入全球创新网络,提升学科建设水平和国际影响力。

#### 参考文献

- [1] 中共中央 国务院. 国家标准化发展纲要[R]. 2021.
- [2] 国新网. 国新办举行中国标准化改革发展成效新闻发布会[EB/OL]. (2019-09-11). <http://www.scio.gov.cn/xwfbh/xwfbh/wqfbh/39595/41645/index.htm>.
- [3] 夏婷,畅红,罗晖. 深化科技人文交流,共筑“一带一路”命运共同体[J]. 全球科技经济瞭望, 2017, 32(04).
- [4] 曹光祥,李金林,崔利荣. 基于知识管理的标准体系探讨[J]. 世界标准化与质量管理, 2005(07).
- [5] 宋明顺. 标准化传播知识的机理及绩效评价[M]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [6] 宋明顺,周立军,黄乐富,等. 标准传播知识的“载波效应”研究[C]. 第十四届中国标准化论坛论文集, 2017.
- [7] 许戈魏. 加强国际交流与合作提升高校科技创新能力[J]. 中国高校科技, 2018(5).
- [8] 王贺珍,郑裕钊,陈江玲. 自主创新成果产业化下的专利标准化推进模式研究[J]. 中国标准化, 2015(11).
- [9] 教育部. 高校科技创新服务“一带一路”倡议行动计划[R]. 2018.