

提高切削液加注浓度稳定性

□ 中国重汽集团济南桥箱有限公司/刘胜勇

本文对切削液加注系统进行功能分析，确定系统功能组件，建立关系矩阵和功能模型。据改善、恶化参数及冲突矩阵表，得到发明原理并给定设计方案；由功能模型导出物场模型，构建复合物场模型，得到效应不足的解决方案。经价值-进化法评价后，得到解矩阵方案最优解。

通常，每台机床配置一套水基冷却装置，操作者先将适量清水注入冷却装置，再注入定量的切削液，以形成所需浓度的水基切削液。现场产品出现锈蚀，立即再次注入定量的切削液。此种添加方式既会造成切削液供应浓度不稳定，过稀时产品发生锈蚀，过稠时切削液使用浪费；切削液添加量无法控制，过多时溢出供应装置，过少时供应泵空吸；供应泵损坏次数多，影响切削液添加及时性。切削液过稀和过多示意，如图1所示。

为此，需要设计一套水基切削液加注系统，既要保证切削液浓度的一致性，又可避免切削液浪

费；既能美化现场，又要做到随用随加；既可整合现场的全部冷却装置，又不影响单机冷却的运行。

方案设计

按“上桥→过桥→下桥”思路，将工程问题转化为TRIZ标准问题，经TRIZ参数桥和结构桥导出标准方案后，得到切削液加注系统设计方案。

1.技术系统的功能分析

对切削液加注的技术系统进行功能分析，确定系统的功能组件，建立关系矩阵和功能模型。

(1) 确定功能组件。对切削液加注系统的功能组件进行分析，以描述技术系统的组成和各系统组件的层次，涉及系统作用对象、系统组件、子系统组件以及和系统组件发生相互作用的超系统组件。表1列出了切削液加注系统的功能组件。

表1 切削液加注系统的功能组件

超系统组件	系统组件	子系统组件
操作者	切削液	原液
—	浓度计	水
—	供应泵	—
—	管路	阀门
—	喷嘴	—
—	产品	—

(2) 建立关系矩阵。为了更清晰地表达各个组件之间的关系，建立图2所示的关系矩阵，并用小圆圈将每对相互作用的组件标记出来。

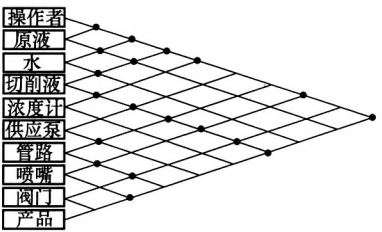


图2 切削液加注系统的关系矩阵

(3) 建立功能模型。基于结构关系的功能模型是采用规范化的功能描述方式清晰地表达组件对之



图1 切削液过稀和过多示意

间的相互作用关系，揭示系统功能的实现机理。图3列出了切削液加注系统的功能模型。

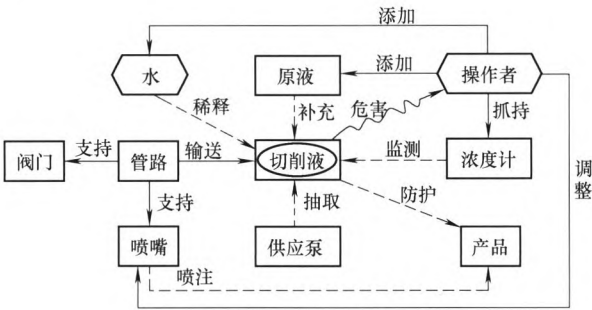


图3 切削液加注系统的功能模型

在功能模型中，用不同线型的箭头表示各功能的类型：直线表示充分的功能，虚线表示不足的功能，波浪线表示有害的功能。

2.因果分析

对切削液加注系统的焦点问题——切削液，进行加注浓度不稳定的因果分析（见图4），以导出矛盾。

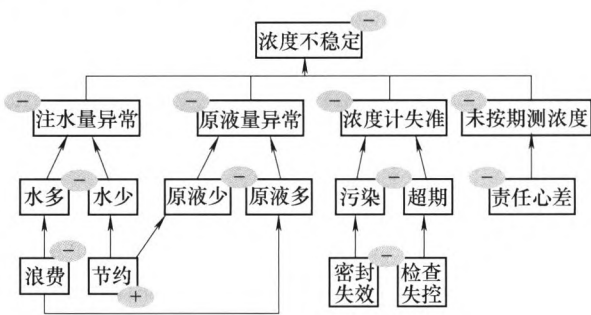


图4 切削液加注浓度不稳定的因果分析

3.六字法提取技术冲突

“为了浓度稳定，因此定量配液实时检测，但是系统复杂”，运用六

字法（为了，因此，但是）提取切削液加注系统的技术冲突，以使用阿奇舒勒冲突矩阵解决问题。

将前述问题用TRIZ理论中的48个通用工程参数来描述，将一般领域问题转化为TRIZ标准问题。

拟保证切削浓度的一致性，故选择35°工程参数（可靠性）为待改善的参数；拟避免切削液浪费，故选择25°工程参数（物质损失）为待改善的参数；拟美化现场，故选择39°工程参数（美观）为待改善的参数；拟整合现场全部冷却装置，故选择32°工程参数（适应性及多用性）为待改善的参数，拟引入自动化，故选择43°工程参数（自动化程度）为待改善的参数。切削液加注系统可能出现2个恶化的参数，即45°号工程参数（系统的复杂性）和46°工程参数（控制和测量的复杂性）。

4.取得发明原理，优化设计

根据得到的5个改善参数和2个恶化参数，查2003版冲突矩阵表，可得到切削液加注系统设计的发明原理，见表2。综合表2的发明原理，查2003版冲突矩阵表后，给定设计方案，见表3。

表2 切削液加注系统设计的发明原理

目的	待改善参数	恶化参数	查冲突矩阵得发明原理	恶化参数	查冲突矩阵得发明原理
浓度 稳定	35*可靠性	45*系统的复杂性	05,35,13,33,15,29,03,17	46*控制和测量的复杂性	01,19,25,37,10
	25*物质损失		28,05,02,10,24,04,31		03,25,14,34,10,37
	32*适应性及多用性		06,28,29,31,35,40,17,25		28,25,37,19,03,04,01
	43*自动化程度		15,24,28,10,13,04,17		28,03,04,17,37
	39*美观		28,02,13,24,07,05,14,17		07,13,02,32,19,37,26
发明原理（汇总）			01,02,03,04,05,06,07,10,13,14,15,17,19,24,25,26,28,29,31,32,33,34,35,37,40		

表3 经TRIZ发明原理获得设计方案

原理序号	原理名称	设计方案
01	分割	分割为水箱+原液箱
03	局部质量	水箱、原液箱可定量定时开启
04	不对称	水箱、原液箱按容积为不相等
05	合并	同型单机切削液联合后集中供液处理
06	多用性	供液可为多机床按需开闭控制
07	嵌套	原液箱嵌入水箱内，整体性
10	预操作	预先提前配切削液，边配边搅拌，实时检测后，按需供应
13	反向	改变配液顺序：先原液再清水
14	曲面化	采用搅拌方式代替流动中混合
17	维数改变	单机供液变位空间管路集中供液
15	动态化	自动实时检测浓度，流量跟踪
19	周期作用	供液→回收→检测→配置→供应
24	中介物	引入HMI，跟踪系统运行并反馈
25	自服务	自检测→自开启→自配液→OK
26	复制	每台机床采用相同供液方式
28	机械系统替代	浓度低时报警改为机床自动停
34	抛弃修复	抛弃手工定检浓度方式
40	复合材料	原液换为复合型液体
33	同质性	不易挥发且水基溶解度高的原液
31	多孔材料	喷嘴为细小多孔结构，呈射流状
32	改变颜色	透明材料制造水箱体
35	参数变化	浓度变化，系统自动配液

5.功能模型导出物场模型

基于TRIZ结构桥，由图3的功能模型导出浓度计与切削液等多个物场模型，如图5所示。

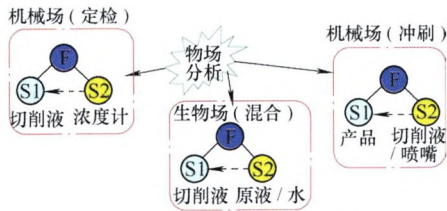


图5 经功能模型导出的物场模型

(1) 浓度计监测切削液效应不足的物场模型。

经标准解的物场模型，通过构建串联式复合物场模型（见图6），得到浓度计监测切削液效应不足的解决方案——增加物质S3和另一个场F2。即每台机床安装浓度在线测控系统，修改机床梯形图，一旦浓度偏低，机床

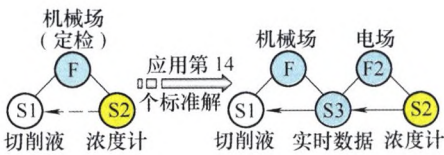


图6 浓度计监测切削液浓度效应不足的串联式复合物场模型

报警等闪烁并禁止自动循环；集中配液处增加HMI和浓度在线测控系统，对切削液箱实时监测浓度，同时配液处理，如图7所示。

S3选择顺序为：刚体→柔性体→颗粒→粉末→液体→气体→场。F2选择顺序为：生物场B→机械场Me→声学场A→热学场Th→电场E→磁场M。

经标准解的物场模型，通过构建并联式复合物场模型（见图8），得到浓度计监测切削液效应不足的解决方案——引入另外一个场F2来强化有用的作用。即每台机床安装浓度在线测控系统，修改机床梯形图，一旦浓度偏低，机床报警等闪烁并禁止自动循环；集中配液处增加HMI和浓度在线测控系统，对切削液箱实时监测浓度，同时配液处理（见图7）。

(2) 原液/水混合为切削液效应不足的物场模型。

经标准解的物场模型，通过构建串联式复合物场模型（见图9），得到原液/水混合为切削液效应不足的解决方案——增加物质S3和另一个场F2。即设计由加注站和定时加注控制柜两部分组成的切削液加注系统，如图10所示。其中，集中加注站包括储液箱、单相自吸泵、卸荷管、截止阀及各连接管路等，如图10a所示；定时加注控制柜包含3极断路器DZ47-60 C16、2

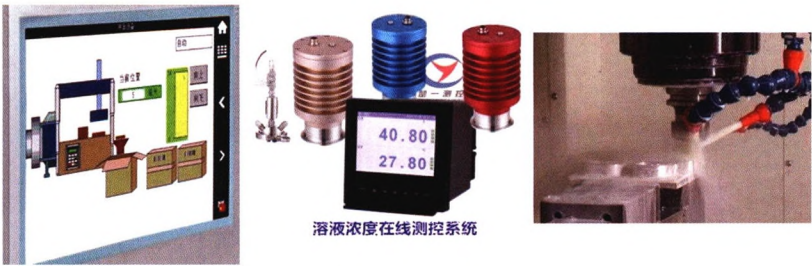


图7 集中供液系统的HMI及浓度在线测控系统

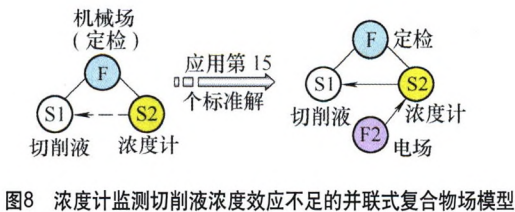


图8 浓度计监测切削液浓度效应不足的并联式复合物场模型

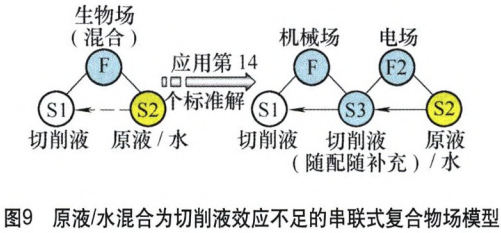
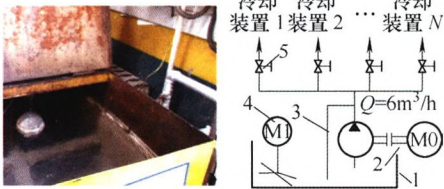


图9 原液/水混合为切削液效应不足的串联式复合物场模型

极断路器DZ47-60 C3、不带灯常开按钮IDEC ABW110G、Omron自动复位型定时器H3AM-NS-B、交流

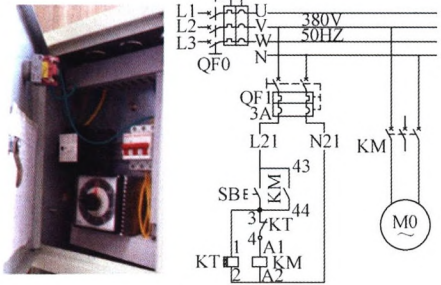
接触器CJX1-9/22及相应线路等，如图10b所示。

经标准解的物场模型，通过



(a) 集中加注站

1.储液箱 2.供应泵 3.卸荷管 4.搅拌电动机 5.截止阀



(b) 定时加注控制柜

图10 切削液加注系统实物及电路

构建并联式复合物场模型（见图11），得到原液/水混合为切削液效应不足的解决方案——引入另外一个场F2来强化有用的作用。即设计由加注站和定时加注控制柜两部分组成的切削液加注系统，如图11所示。集中配液处增加HMI和浓度在线测控系统，对切削液箱实时监测浓度，同时配液处理（见图7）。

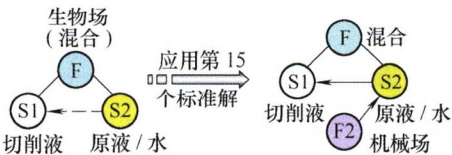


图11 原液/水混合为切削液效应不足的并联式复合物场模型

(3) 切削液/喷嘴冲刷产品效应不足的物场模型。

经标准解的物场模型，通过构建并联式复合物场模型（见图12），得到切削液/喷嘴冲刷产品效应不足的解决方案——引入另外一个场F2来强化有用的作用。即切削液加注系统换用大扬程的自吸泵，喷嘴换为多孔形式（类似淋浴头），机床侧切削液喷射增加流量监测。



图12 切削液/喷嘴冲刷产品效应不足的并联式复合物场模型

解决方案的解矩阵

经上述TRIZ参数桥和结构桥的分析，可得到切削液加注系统的多个设计方案。为适合企业自身情况，按“系统改变程度”与“问题（下转第56页）

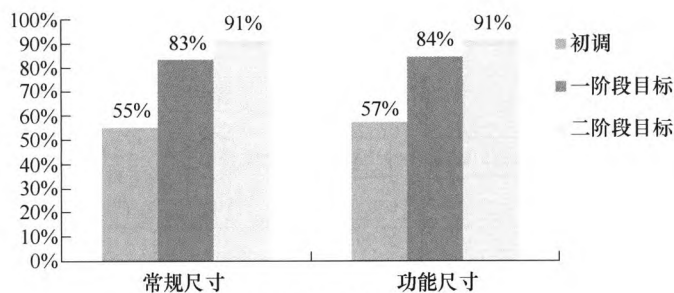


图23 车身精度提升趋势

结语

在本项目推进中，首先运用鱼骨图找出车身精度所反映的问题所在，并通过头脑风暴及四象限法确定最优的改善措施，采用SPC分析法和四象限法重点推进来主导第二阶段提高改善。通过逐项实施措施，最终达到铝合金车身的精度目标。同时我们将C11CB车身的公差设定为A级±1.0mm，B级±1.2mm，C级±1.5mm，并且A/B级点占比高达47%，与传统钢车身40%左右的A/B级点占比率相比还高出7个百分点，这无疑大大增加了精度工作的管理难度。

然而作为业界领先的新能源汽车制造商，我们在铝合金弧焊工艺方面

并没有太多经验可以借鉴，虽然最终依靠各项措施的推进使车身达到了比较理想的精度，但在项目中依然存在许多不足。比如温湿度变化对铝合金弧焊变形的影响，焊前对零部件预热处理，焊后矫正手段以及自动化焊接等方法都没有做更深入的探究。但以后这些方面将会是我们研究的重点，身体力行地推动铝合金弧焊工艺的发展。

汪勤波，本科学历，机械设计制造及其自动化专业。现任北汽新能源汽车常州有限公司制造技术部焊装工艺科科长。 **AUTO1950**

（上接第33页）

解决层级”两个特性因素，以面向整个系统为改进对象，将解决方案排列成解矩阵，如图13所示。

解矩阵方案评价及优选

基于价值评价工程的评价模式 $V=F/C$ （即产品的价值 V 是产品使用价值的产出量 F 与成本 C 的比值），经价值-进化法对解矩阵方案进行评价。也就是，系统改变程度越小，解决的层级越高，则系统解决方案越优。切削液加注系统解决方案的优选，如图14所示。

结语

通过应用定时加注系统，切削液供应浓度稳定，切削液添加实现定时定量控制，冷却装置附近现场趋于美观，供应泵的损坏频次减少。有条件的用户，可将湿式切削更换为干式切削。

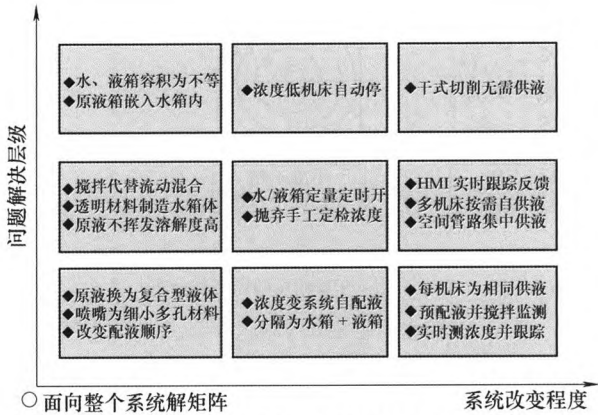


图13 面向整个系统的解矩阵

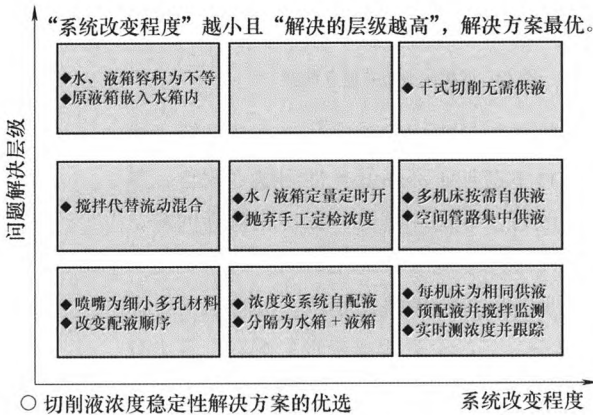


图14 切削液加注系统解决方案的优选