



# 为建设具有中国特色国际领先的能源互联网企业而奋斗

首页 > 新闻中心 > 新闻动态 > 媒体聚焦

## 新闻中心

新闻动态
我要要闻
总部动态
媒体聚焦
基层动态
业务动态
通知公告
专题专栏
国网专题

## 《国家电网报》刊发中国电科院专家撰写的输电铁塔智能焊接科普报道

发布时间：2019-06-11

6月11日，《国家电网报》刊发中国电科院专家撰写的输电铁塔智能焊接科普报道，全文如下：



### 输电铁塔智能焊接 亟待推广应用

刘海锋 汪长智

如今，随着工业发展和科技进步，制造业已进入向智能制造升级的历史阶段，物联网、人工智能等新一代互联网技术正加速向制造业渗透。在我国，人口结构日趋老龄化，人力成本逐渐上升，人工智能和精密仪器等加速发展，采用智能化系统代替繁重、枯燥、危险的人工劳动已成为大势所趋。输电铁塔加工行业亦不例外。

质量好效率高，智能焊接优势凸显

输电铁塔由很多金属结构的零件组成，需要焊接在一起才能形成一个整体以承担外荷载。焊接任务通常可采用手工或智能的方法完成。

手工焊接需要依靠焊工手持焊枪完成焊接任务。这种方法自从焊接技术出现后一直使用到今天。人工焊接的优点在于前期投入较小，经过简单的培训，焊工即可根据前期积累的焊接经验，根据不同焊件灵活调整焊接

方法。然而，焊接产生的高温、强光和污染性气体会严重影响焊工的健康。这致使焊工的服役年限很短，一般不超过12年。因工作环境恶劣和对技术水平要求较高，焊接工人的工资通常较高，导致加工企业的人力成本较大。工件的焊接质量与焊工的主观因素密切相关，这给输电铁塔质量的标准化带来很大的困难。

智能焊接技术是依靠机器人手臂、焊机、电弧传感器和焊接决策系统等软硬件设备，模拟焊工的动作完成任务。其中，机器人手臂、电弧传感器和焊接决策系统分别模拟焊工的手臂、眼睛和大脑。相对于手工焊接，智能焊接的优势明显。

机器人手臂和电弧传感器的精度均高于0.01毫米，远高于焊工的手臂和眼睛能达到的精度。因此，获得正确的焊接路径和执行算法后，智能焊接系统的焊接质量及标准化程度远高于人工，所涉及的软硬件系统也不受寒暑等客观条件影响，工作效率很高。

智能制造获政策支持，智能焊接技术亟待推广

目前，在汽车与电子零部件加工等领域，智能焊接技术已得到了广泛应用。其基本工序包括：将工件紧密固定在特制的工艺装备上；通过多次人工试教及焊接效果评估，确定机器人手臂及焊枪的路径，并将该路径输入到焊接决策系统；将其余同规格的待焊件以同样的方式固定在同样的工艺装备上，机器人手臂会执行记忆中的焊接路径。

从上述工序可以看出，智能焊接的成本随工艺装备的使用数量及路径试教次数的增加而增大。对于汽车及电子产品行业来说，加工精度和标准化程度很高，且焊接路径多为平滑、无遮挡的曲线，所以试教的难度和工艺装备规格的数量都是可控的。因此，2000年以来，在汽车与电子零部件加工行业，智能焊接以星火燎原之势基本取代了手工焊接。

经调研，目前，国内外主要塔厂的焊接工作均依赖手工。这是因为输电铁塔中的焊缝纵横交错，且多被零件遮挡，焊接路径复杂，机器人手臂难以到达。

输电铁塔智能焊接技术作为智能制造技术的一部分，得到了国家政策的有力支持。我国《智能制造发展规划（2016~2020年）》明确，面向企业智能制造发展需求，推动装备、自动化、软件、信息技术等不同领域企业紧密合作、协同创新，推动产业链各环节企业分工协作、共同发展，逐步形成以智能制造系统集成商为核心、各领域领先企业联合推进、一大批定位于细分领域的“专精特新”企业深度参与的智能制造发展生态体系。在输电铁塔加工领域，智能焊接技术亟待大规模推广应用。

结合电力行业特点，推进智能焊接研究应用

为积极响应国家号召与市场需求，应结合电力行业的特点，加快推进智能焊接技术的研究与试点应用。

智能焊接系统需要根据行业特点，合理配置智能焊接系统中的软硬件设备。长期以来，输电铁塔一直依靠手工焊接，而手工焊接的成本对输电铁塔零部件几何规格数量的变化不敏感，导致输电铁塔在设计时往往不考虑智能制造的要求。为此，中国电力科学研究院开展了输电铁塔节点标准化研究，在满足规范各项要求的前提下，权衡了塔重和制造成本的关系，大幅度减少了输电铁塔中零部件的几何规格数量，为智能焊接提供了便利条件。

输电铁塔零部件的加工精度一般低于0.8毫米，而焊接路径偏移0.3毫米时，焊接质量就会受到很大的影响。为此，中国电科院还开发了基于机器视觉和人工智能技术的焊接路径决策系统。该系统可以精确识别工件中的特征点，模拟焊工的经验，修正零部件的加工误差，初步确定角钢塔塔脚节点的焊接路径。

同时，智能制造技术的应用也涉及输电铁塔研究、设计和制造在内的整个产业链，难以通过科研院所单独推动，迫切需要政府、设计院、科研院所及塔厂的密切协同。

设计院在设计输电铁塔时，要积极考虑到智能焊接的要求，参考并充实节点标准化设计研究成果，尽量减少输电铁塔中节点的几何规格数量，以减少工艺装备的加工和焊接路径试教的成本。

应大力推动塔厂与科研院所的密切合作。智能焊接技术需要科研院所利用理论分析、软件开发等手段，合理模拟并升华焊工的各项操作。因此，塔厂多年积累的焊接经验及管理方法非常重要。

应尽可能提供启动资金，以鼓励塔厂购买或试制智能焊接系统，开展试点应用。智能焊接技术上可行性很强、前途光明。然而，与其他新技术一样，在初期阶段，智能焊接技术的效率和盈利能力会远低于人工焊接。同时，智能制造系统必须在不断使用试错中改进。目前，大多数塔厂的利润率较低，很难自筹资金开展智能制造试点应用。因此，在铁塔加工领域推广智能制造需要政策扶持。

地址：北京市海淀区清河小营东路15号 邮编：100192  
电话：86-10-82812114 传真：86-10-62913126 Email：cepri@epri.sgcc.com.cn  
备案号：京ICP备05014725号 京公海网安备110108001531号

