

焊接防护的经济效益

欧泽兵

3M中国有限公司 北京 100176

摘要：焊接职业伤害不仅给焊工带来伤痛和工时损失，而且给企业增长和社会和谐带来不利影响。分析职业伤害风险因素并采取必要的管理措施和防护措施，加大对员工职业健康的投资，不仅能降低职业伤害发生的概率和降低企业的安全成本，而且有助于企业向员工传递企业对其健康和安全的关注，提高员工的士气。创建更快乐、更舒适的作业环境理念，以健康和安全文化推进企业的可持续发展，进而提升企业的经济效益。

关键词：焊接；职业危害；防护设备；经济性；效益

1 序言

据国家统计局数据，2018年全国粗钢产量破9亿t，超过一半的钢产量需要焊接。焊接作为重要的制造工艺，在各行各业扮演着举足轻重的角色。焊工平均工资这一指标在一定程度上体现了焊接技能的重要性。据薪酬网调查数据^[1]，2019年榆林市

非私营企业就业人员年平均工资为64 077元，焊工年平均工资约90 000元；2018年青岛市企业就业人员月平均工资为5683元，焊工平均工资约7394元；2018年上海月平均工资为9621元，焊工平均工资为12 000~15 000元。焊工作为高技能人才，从整体工资水平上得到了充分体现。培养一名成熟的技师需

6 结束语

1) 随着轨道交通装备制造企业高质量发展的要求不断深入、工业机器人技术的发展，以及5G工业互联网技术的应用，利用工业机器人进行智能制造的应用会越来越深入。

2) 伴随着工业机器人的应用，不合适工人作业的动作，工人作业不经济的动作，对操作者技能要求过高的动作，重复简单、技术含量低的动作，都会逐步被工业机器人所替代。

3) 中国中车部分子公司已经开展智能化生产线建设，为工业机器人在轨道交通制造业的应用提供了发展机遇。

4) 5G技术、大数据、人工智能AI及云服务等终将和实体经济进行深度融合，带来生产方式的深刻变革，也会给企业的员工队伍建设和高技能人才的培养储备带来新的思考。

参考文献：

[1] 谭文君，董桂才，张斌儒.我国工业机器人行业的发展现状及启示[J].宏观经济管理，2018（4）：42-47.

展现状及启示[J].宏观经济管理，2018（4）：42-47.

[2] 谭锦红，赵运强，王春桂，等.机器人搅拌摩擦焊应用发展现状[J].金属加工（热加工），2020（1）：8-12.

[3] 胡伟，吴志明，彭章祝.自动打磨技术在轨道交通车辆铝合金车体制造中的应用[J].金属加工（热加工），2020（12）：61-64.

[4] 尹保亮，任科生.机器人自动打磨系统在机车大型构件的应用[J].工业设计，2017（5）：155-157.

[5] 于永初. Realize LIVE，西门子数字化在加速[J].汽车工艺师，2019（6）：8-10.

[6] 杨斌，张根保，庾辉，等.基于数字孪生的机械产品运动性能调控方法[J].计算机集成制造系统，2019，25（6）：1591-1596.

[7] 程晓蒙.智能工厂中的工业机器人[J].金属加工（冷加工），2017（4）：14-16.

[8] 孙嘉玉，杨松.智能制造助力高铁企业提质增效[J].制造业自动化，2017，39（1）：47-48.

MW 20201214

要投入大量的资源和时间，职业伤害会带来高额的经济损失。如何延长焊工有效焊接工龄，保护焊工这一重要资源，使其健康地为焊工个人、企业和社会创造更多的价值是每一个企业需要认真思考的问题。

2 焊接作业的职业危害状况

机械伤害、粉尘、有害气体及非电离辐射等风险因素普遍存在于焊接作业中。Lombardi D A等人分析美国某大型保险公司2000年一年期间的索赔案例，发现眼睛作为主要受伤身体部位占有所有索赔案例的5%，其中因焊接原因而引发的眼伤害达2209起，占有所有焊工伤害索赔案例的25%^[2]。美国的另一项关于眼伤害事故调查发现，约60%的作业者受伤是因为事故发生时没有佩戴眼面部防护具，约有40%的受伤者选用了不能提供充分眼部防护功能的眼部防护具；眼面部受伤者中约50%来自制造业^[3]。一份加拿大的研究报告指出，焊接作业的眼伤害占有所有职业眼伤害总数的21%^[4]。

国内的情况也不乐观。张连龙等人对某车辆厂317名焊工和321名机加工工人的对比分析发现，电弧光对焊工眼部健康的影响非常明显^[5]。刘甘泉等人焊接作业噪声影响的调查发现，焊工听力损失的比例高达36.97%^[6]。候瑞玺等人对204名焊工的跟踪调查发现，焊接烟尘可导致焊工尘肺^[7]，马雪松等人发现，造船厂焊工的复杂作业环境是导致焊工尘肺发病多的主要原因^[8]，焊工职业伤害状况与焊接作业工龄呈正相关。1947年Shaver和Riddell研究发现铝焊接烟尘会导致呼吸系统疾病，并首次将铝烟尘的暴露与肺部疾病关联起来^[9]。铝烟尘对肺组织的损害主要表现在形成尘肺、引发哮喘、导致肺通气功能损害，铝元素进入血液系统还会引发多种疾病。焊接的应用，导致作业场所中锰烟尘的浓度逐渐升高，增加了作业人员的接触机会，接触锰烟尘可导致急性或慢性锰中毒，并诱发严重的、不可逆的精神和锥体外系运动功能障碍，出现帕金森综合症的临床表现。电弧焊产生的紫外辐射可能诱发黑色素瘤、皮肤癌症等病症。2018年IARC（国际癌症研究机构）把焊接烟尘和紫外线列为肯定致癌物，即1类致癌物。

焊接风险因素对眼面部、听力和呼吸系统均有不利影响。尽管近年来鲜有焊工尘肺的报道，但焊

接产生的烟尘和有害气体对作业者的影响必须引起足够的重视。职业伤害的成本高昂，预防应当成为优先考虑的途径。

3 焊接及相关作业的防护现状

在讨论防护现状前我们先看两个案例。张师傅2017年底来到某企业工作，其作业内容为不锈钢容器壳体焊接，同时需对焊缝进行打磨。该企业的安全工程师要求焊接时必需使用自动变光焊接面罩并佩戴GB 2626 KN95级别的口罩，打磨作业时需同时佩戴防护面屏与防护眼镜。2018年初因砂轮片碎裂，张师傅的脸部被砂轮碎片击伤，缝合40余针。刘师傅自17岁起到某柴油机厂工作，从事过钳工和焊工，工作内容以设备维修和柴油机缺陷部件产品返修为主，2013年时（56岁） he 被发现视力明显下降，出现畏光流泪等焊工典型眼伤害症状。

调查发现，张师傅在打磨作业时没有按要求同时使用防护面屏和防护眼镜，而是出于舒适度考虑，仅仅佩戴了防护眼镜。刘师傅则因为平时的焊接作业量不大，经常不使用焊接面罩，多数情况下都是在焊接起弧时，扭转头以躲避焊接弧光，即使是呼吸半面罩也存在使用不当和维护欠缺等诸多问题。

上述案例并不是个例，作业人员对作业过程产生的伤害风险认识不足，对防护装备性能要求的认识存在误区，普遍抱有盲目、侥幸心理。职业安全与健康教育不到位，作业者缺乏安全意识；进入作业区域时不使用防护用品或未全时使用防护用品；不适合的防护用品和防护用品的错误使用等是导致职业伤害的重要原因。

对多家职业技术学院和培训中心的调查发现，100%的被访人员表示，知晓焊接过程存在职业伤害风险，且认为应当采取个体防护措施，并且在作业过程中应当全时使用防护装备。然而仍有16%的受访者表示未全时使用防护装备，仅有27%的被访者知晓防护用品应当具备的性能要求。作业者是产品质量的决定性因素，是价值的创造者。提升安全与健康意识，提升职业健康成本意识是可行的办法，因此焊接防护仍然有很大的提升空间。

4 有效防护创造经济效益

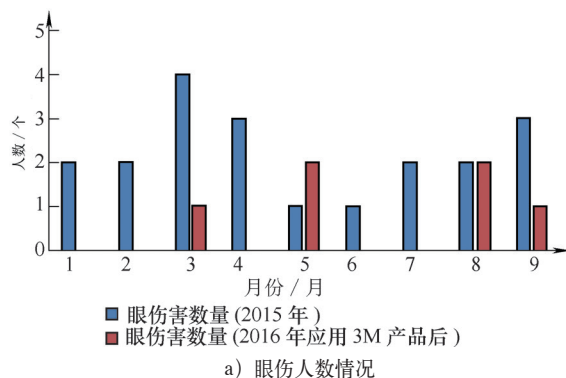
职业伤害的总成本包括工伤赔偿、医疗费用、

增加的保险费用和法律费用等直接成本，以及设施设备的损坏、成品的损坏、延迟交货、事故调查、新增的员工培训费用、生意机会和商誉损失等间接成本，职业伤害成本经常被忽视。职业伤害的成本是巨大的，而预防的成本远低于事故成本。

防护装备的经济性可以从防护用品对防护效能提升，降低职业伤害风险的回报及其引发的各种费用加以评估；从对作业者的适应性和佩戴舒适度的改善对作业质量和效率的提升，以及降低不良品率等带来的价值综合进行评估；有效的防护性能是防护装备的基本特征，防护用品的使用舒适度、便利性等特征则会影响使用者的感受，进而对作业效率和质量带来正向影响；从防护用品的价格及其更长的使用寿命加以评估。

例如，对某容器企业20名熟练焊工长期跟踪记录数据分析发现，使用传统黑玻璃面罩比使用3M自动变光焊接面罩在生产同一种产品所消耗的时间明显增加。使用3M自动变光焊接面罩所用时间平均为黑玻璃面罩的76.2%。自动变光焊接面罩的应用降低了职业伤害风险，而且作业效率的提高带来企业经济效益的提升。

由于眼伤害事故多发，某轨道货运车辆生产企业综合考虑后，决定采用3M Adflo 9100MP送风式焊接面罩以降低员工的职业伤害风险，应用9个月后，员工的眼伤害事故同比减少70%以上（见图1，数据来源：3M美国）。该企业的安全主管认为，引进的高性能的防护装备不仅降低了企业因职业伤害带来的综合成本，而且也降低了员工对薪酬的要求，并显著提高了员工的士气。企业加大对防护装备的投资也向员工传递了企业真正关心员工的健康和安全，创造更快乐、更舒适的作业环境的理念。



健康和安全管理文化推进企业的可持续发展。

拥有稳定可靠性能和防护效能，具有良好的佩戴舒适度的防护用品，更容易为被作业者广泛接受；职业伤害率的降低相应降低了企业的安全成本。

5 防护装备及其性能要求

个体防护装备指任何为个人防备一种或多种损害健康和安全的危险而穿着或使用的装置或器具，用于在工程控制措施、管理措施基础上，保护使用者以降低或消除由于接触化学性、物理性或生物性有害因素而可能引起的严重工伤或疾病。PPE起源于远古时期，并随着增长的需求和技术的进步而日新月异，材料和工艺技术的进步促进了个体防护装备的发展。防护用品使用性能应包括防护性能、舒适度性能、维护性能和经济性等4个方面要素。

对180名来自不同行业的焊接作业人员的调查发现，67%的被访者关注焊接防护用品的防护效能，即所选择的防护装备满足相关标准要求，适合作业环境特点，适合作业者的特点，能够提供相应的保护；42%的被访者关心防护用品的使用舒适度，如重量轻、重心位置靠近颈部和头箍的分散受力性能良好等，利于长时间佩戴（见图2）；还有37%的被访者关注防护用品的可靠性和性能的稳定性。被访者普遍希望获得具有优良防护性能和人机工效性能的防护用品。作业者对防护用品的综合性能的关注度逐步上升。

由于当前焊接防护面罩标准的滞后，目前国内的焊接面罩性能参差不齐。首先，传统黑玻璃焊接面罩没有装备内外保护片，黑玻璃滤光片容易因热膨胀而爆裂，对作业者构成风险；其次，使用一段

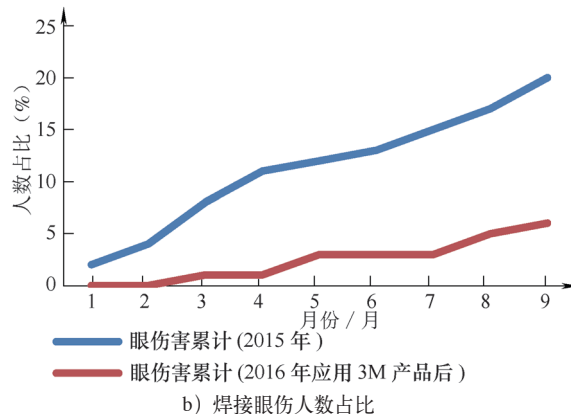


图1 某轨道车辆企业应用3M焊接面罩前后的对比



图2 人机工效优化带来3M焊接面罩良好的佩戴舒适度

时间后,焊接面罩出现漏光现象,严重影响焊接操作,甚至影响焊接质量和作业者的安全。自动变光焊接面罩具备明显的优势,除全时防护红外和紫外辐射外,在焊接起弧的瞬间即转变到均匀的暗态遮光号,熄弧后返回到3号亮态遮光号或更低的亮态遮光号。低亮态遮光号具有很好的可见光透过率,便于进行非焊接操作。自动变光焊接面罩避免了焊工暴露于弧光辐射的风险。

对于焊工的呼吸保护,依据GBZ 2.1—2019《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》,GB/T 18664—2002《呼吸防护用品的选择、使用与维护》和《用人单位劳动防护用品管理规范》等要求,至少应选用符合GB 2626 KN95规格,且适合其个人的呼吸防护用品。

6 结束语

1) 焊工的工资普遍比较高,然而年轻人愿意从事焊接作业的却越来越少。焊工的培训周期长、难度大、培训成本高昂,以及焊接作业条件相对较差,职业伤害风险因素众多是部分员工不愿意从事焊接作业的主要原因。

2) 尽管职业病防治法、安全生产法和劳动法等法律法规要求,任何单位和个人不得将产生职业病危害的作业转移给不具备职业病防护条件的单位和个人,用人单位必须采用有效的职业病防护措施,为面临职业伤害风险的员工配备适当的防护用品,并予以教育培训。但仍有企业并未给焊工配置合适的防护用品,把防护用品作为费用;自动变光焊接面罩不仅是焊接必需的工具,而且也是必需的防护用品。防护用品是企业对未来的投资,对员工安全和健康的投资。

3) 职业伤害导致部分焊工的有效焊接作业工龄

下降,不仅会引发焊工相对减少,也在一定程度上影响了部分年轻从业者对焊工职业的信心。

4) 改变需要从多方面着手。完善企业的职业安全与健康管理制度;加强职业安全健康教育,使作业者正确认识所面临的职业伤害风险,了解必需的防护手段;在工程控制措施基础上,配置满足标准和适合环境特点及使用者个人特点的防护装备并指导其正确使用和维护;强化生产现场的监督管理,杜绝习惯性违章和侥幸心理。

采取必要的防护措施,降低焊接作业的职业伤害风险,让更多的年轻人参与到焊接职业中,延长焊工的有效焊接工龄,不仅可以给企业和焊工带来经济效益,而且会带来社会效益,促进和谐社会建设,推进“2030健康中国”建设的进程。

参考文献:

- [1] 薪酬网.中国各地区薪酬调查报告[OL].<https://www.xinchou.com>.
- [2] Lombardi D A, Pannala R, Sorock G S, et al. Welding related occupational eye injuries: a narrative analysis[J]. Injury Prevention, 2005 (11): 174-179.
- [3] BLS. 2004 Non-fatal occupational eye/face injuries in US resulting lost work time[OL]. <http://www.bls.gov/iif/home.htm>.
- [4] Reesal MR, Dufresne RM, Suggett D, et al. Welder eye injuries[J]. Occup. Med., 1989 (31): 1003-1006.
- [5] 张龙连, 卢玲, 付海域, 等. 317名电焊工眼晶状体混浊的调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30 (7): 515.
- [6] 刘甘泉, 李婕, 叶莉, 等. 电焊工健康状况调查[J]. 中华医学研究杂志, 2007, 7 (1): 7-9.
- [7] 侯瑞玺, 李正修, 王永顺, 等. 大连造船厂204名电焊工的尘肺发展情况[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1996 (1): 42-43.
- [8] 马雪松, 郭璐. 某船厂船体车间电焊工尘肺发病情况调查[J]. 中国工业医学杂志, 2004 (4): 143-144.
- [9] Shaver C, Riddell A. Lung changes associated with the manufacture of alumina abrasives[J]. The Journal of industrial hygiene and toxicology, 1947, 29 (3): 145-157.

MW 20201007