

■东风悦达起亚汽车有限公司/钱光辉



车身制造中的点焊质量控制

点焊是现代汽车车身及其他部件主要连接工艺方法，在汽车制造工业中发挥着不可替代的作用。车身点焊的连接质量决定了汽车的整体结构刚度和完整性。所以检测点焊的连接质量具有重要的意义。生产车身的冲压、焊装、涂装、总装四大工艺中，冲压将钢板板材压制成各种车身零件，而焊装将冲压的车身零件焊接组装成汽车车身。点焊是焊装工艺的主要组成部分，据统计，一辆轻型客车或轿车车身上焊点数在4000个左右。

点焊的基本原理

电阻点焊是将被焊工件压紧于两电极之间，并以电流，利用电流流经工件接触面及邻近区域产生的电阻热将其加热到熔化或塑性状态，使之形成金属结合。点焊是一种高速、经济的连接方法，适用于制造可以采用搭接接头不要求气密、厚度小于3mm的冲压、轧制的薄板构件，广泛用于汽车车身等低碳钢产品的焊接。

点焊的优点有：点焊加热时间短，焊接速度快；成本低；操作简单，方便操作，便于机械化、自动化；点焊产生的烟尘及有害气体很少，焊工的劳动条件好。

点焊最基本的焊接循环为：

(1) 加压程序 该过程中只加压力，不通电，加压目的是使工件接触紧密获得良好的接触电阻。

(2) 焊接程序 该程序中通电，通过电阻产生热量，熔化工件金属，形成熔池，该过程在压力下完成。

(3) 维持程序 该过程只加压力不通电，焊点金属在压力下冷却。

(4) 休止程序 该过程是减压过程，直到下一个焊接循环。

为了改善接头性能，有时需要在基本循环外增加一些辅助程序，包括：加大预压力以消除工件间的间隙，使之紧密配合；用预热脉冲提高金属的塑性，使工件紧密贴合，防止飞溅；加大锻压力以压实熔核，防止产生裂纹和缩孔；用回火或缓冷脉冲消除合金钢的淬火组织，提高接头的力学性能，或在不加锻压力的条件下，防止裂纹和缩孔。

点焊常见缺陷

1.漏焊

在需要焊接的地方没有焊接，是较严重的缺陷之一，它直接影响接头的强度，因此对该种缺陷限制较严。在接头破坏会危及人员的生命安全或会导致车身

部分功能失效的焊点中，不允许漏焊存在，应进行修补。可以采用加大焊接电流重新焊接或在缺陷处加铆钉或在焊点旁补加焊点的方法修补。

漏焊可能发生在两种情况下：焊接设备在需要焊接的地方没有接触工件；在需要的地方没有充足的热量。

对于漏焊的检测，可以应用工程图来确认需要焊点的位置。当焊点不可见的时候（例如，由于A级表面的要求，焊点不可有印痕），可以用半破坏或全破坏的方式进行检测，确认可见焊点是否漏焊。

造成漏焊的原因：人为操作原因、有问题的电气连接、焊接参数不良、焊错位置。

2. 弱焊

焊核直径不满足工程规范称为弱焊。焊核直径大小是通过全破坏后的测量来确定的，也可以通过焊接断面的测量来确定。

造成弱焊的原因：工件损坏；有问题的空气或水压系统；脏的材料；电极头表面与工件不平行；电极接触面直径偏小或偏大，不规范；上下电极不对中；焊接部位板材配合不良；焊接分流；胶量过多；焊接参数不合理。

3. 虚焊

工件由于焊接表面的局部熔合而贴合在一起，但是并没有形成焊核。

当没有足够的热量使焊核长大时就会发生虚焊，熔解仅仅发生在两块板材之间的点接触。带有镀层的材料，镀层能熔化后再凝固，会影响两层板的焊接。这样的连接在轻负载时可以有足够的强度，但是高负载就会将他们拉开。熔合缺陷在低倍检验试片上显示出的形貌特征为保持原贴合面的形状，未形成互相结晶的熔合，仍可看到两层贴合面的黑线。

造成虚焊的原因：电极磨损；焊接参数不良：电流过小或焊接压力过大；通水电缆不良（电阻变大）；冷却水不良（水质浑浊）；电流分流；焊接部位板材配合不良；胶量过多；板材材质的变更（镀锌板材）。

4. 过深压痕

留在工件表面的压痕超过工程规范时，一般情况下，点焊的压痕深度应小于板厚的15%，最大不超过

20%~30%。特别是要求较高的外表面，内表面外露焊点，要求焊点外露表面平整，在工艺上常采用在点焊时加垫铜板的方法改善焊点表面质量。

至少在工件的一面留下压痕是电阻焊接的特性，所以，点焊电极压痕是一般工件表面正常现象，但过深多发生于通电时间长、电极压力过大、电流过大表面过热的情况下，在电极锥角过小、冷却不良、电极尖端过小的时候也容易发生。可接受的压痕和测量方法在各个工厂不一样。焊点的等级也能影响压痕的可接受度，可接受的压痕在工件的每一面都有可能是不同的，一些电极也可能产生非对称的压痕。

造成过深压痕原因：电极头表面与工件不平行；焊接参数不良：电流过大、焊接压力过大和焊接时间过长；焊接部位板材配合不良。

5. 飞溅

飞溅是熔化的金属从焊点中强烈地喷射，由于两电极尖端之间熔化的金属缺少限制而导致。严重的飞溅可能由于喷射出过量的金属而在工件中形成孔，导致表面烧伤，是最常见的一种缺陷。在车身非暴露部位轻微飞溅是允许的，不作为缺陷处理。大的飞溅降低了焊点强度和塑性，同时飞溅常伴随有缩孔和裂纹，所以过大的飞溅应尽量避免。在车身制造中，某些部位的焊点可能会影响后续工序如涂胶、装配，对飞溅除作出规定限制外，对飞溅造成的焊点毛刺还应铲除。

飞溅可能发生在任何表面，例如在电极头与工件的表面或者在工件与工件之间。当大量的材料被喷射出来，在板材上留下小孔，就会造成表面烧伤。

内部的喷溅是点焊加热过程中，塑性环的径向发展低于熔核的发展，高温下的液态金属在高电极力下冲破塑性环，沿最薄弱的两板间贴合面挤出而形成的。

6. 纹和缩孔

纹和缩孔是由于焊点冶金变化引起的焊核不连续或形成环形区域。

缩孔和裂纹多为收缩性缺陷。由于点焊区加热温度梯度大，加热与冷却速度都非常快，液态金属被包围在金属塑性环中，同时承受着焊接区金属形变的特点。因此，当规范选择不当、外界条件变化时，很容易产生缩孔和裂纹等缺陷。

质量控制技术

随着微电子学和计算机技术的发展和广泛应用，点焊质量可以通过控制技术得到保证。

点焊质量控制技术属于焊接过程中的质量控制，包括实时稳定控制焊接参数和控制焊接过程中反映焊点状态的物理量两方面。前者如恒电流监控、电压监控、能量监控等；后者如电极位移控制、超声波监控等。在大部分监控技术中，采用了微处理器，提高了运算速度和控制精度，有的可以和中央处理器相连，建立车身点焊质量实时控制系统并使点焊质量监控和企业生产管理一体化。

以恒电流监控技术为例，其特点是在点焊过程中，维持焊接电流有效值恒定以保证焊接区产生的热量基本不变，从而获得稳定的焊点熔核尺寸。它是目前既简单又方便、应用广泛的一种控制技术。

由于点焊工艺运用的广泛性、重要性和代表性，点焊质量控制技术始终是电阻焊领域研究的前沿和热点。发展多参量综合监测技术是提高点焊质量监控精度的有效途径，即充分利用监测信息，采用合理的建模手段，建立合理的多元非线性监测模型并使该模型能在较宽条件内提供准确、可靠的点焊质量信息，是质量控制技术关键。有研究表明，利用神经网络理论、模糊逻辑理论、数值模拟技术及专家系统等可望解决真正的点焊质量直接控制，将点焊质量控制技术的研究推向一个新高度。

为获得稳定的点焊质量，越来越多的汽车车身制造企业采用成熟可靠的点焊质量监控技术。

点焊质量检验

在车身制造中，点焊的质量检验是生产中十分重要的一个环节，是保证产品质量、防止废品出厂必不可少的手段。在产品焊接前和焊接过程中，通过检验焊接参数和焊接条件的变化，以便采取相应的技术和管理上的措施来保证产品的焊接质量。在产品或零件焊接之后，对焊件采用非破坏性或破坏性检验方法等评价，鉴别焊接的质量等级与使用寿命。

在车身制造中生产现场常用的点焊检验方法及检验内容如下：

(1) 外观检验 主要检验装配尺寸，焊点位置及尺寸以及表面质量（包括压痕深度、飞溅、烧伤、烧

穿等）。

(2) 撕破检验（又称剥离检验） 主要检查焊点尺寸、未熔合和未完成熔合等。撕破检验是破坏性检验方法，检验过后，焊件需要进行补焊。

(3) 楔张检验（经验方法） 利用扁铲、手锤等工具对焊件进行楔张检查：将扁铲楔入被点焊的板料中间，若板料的张开在焊点处受到明显的阻碍或板料虽被张开，但焊点未破坏而焊点周围母材被拉坏，表示焊点已焊牢；若在楔张过程中，焊点被拉开则表示未焊牢。该方法属于非破坏性检验方法，在生产现场经常采用以检验焊点的牢固性。

另外，在实际生产中，常采用试焊的方法检查焊点的牢固性，即在确定设备正常情况下，选择工艺规定的焊接规范及与焊件材料、料厚相同的试片进行试焊。

不同等级的接头有不同的质量检验标准，包括焊点强度标准、焊件尺寸要求、接头内部和外部缺陷的尺寸与数量，以及其他特殊性能等。如涉及安全性能的焊点集中在车架上，接头的强度标准是控制重点，而其外观质量如焊点毛刺，表面凹陷的要求一般情况下不作要求，而涉及车身外观的焊点，如车身内、外表面外露焊点除了对其强度标准控制外，焊点的表面质量要求较高，一般不允许焊点毛刺、要求表面平整等。

结语

随着新材料和新技术的不断出现以及应用领域的扩展，对点焊质量的要求越来越高。根据实际工作的需要，克服电焊的缺陷和不足成为当前电焊技术发展中的一个重要任务。这些缺陷和不足的存在与否或多少直接关系到点焊的质量，而点焊直接关系到汽车的整车质量。所以点焊质量控制技术是电阻焊领域研究的前沿和热点。由于点焊是特殊过程，在车身制造中，点焊应按照特殊过程的要求进行系统的管理、控制，以确保焊点质量得到有效控制。

关键词：

点焊 车身 质量控制

(收稿日期20121105)