

Meta Vision Systems Ltd

**Laser Probe 系统
应用实例**

原作者: Jonathan Moore 翻译: Dr. Lin Sanbao (林三宝 博士 sblin@hit.edu.cn)
2004 年 12 月版本 1.4

目 录

目 录.....	2
1. 锅炉和压力容器行业.....	3
英国T&D Bison.....	3
法国Robine.....	3
英国M1 Engineering.....	4
挪威Landteknikk Fabrikk.....	5
美国Manchester Tank.....	5
西班牙Eurocarina (Lapesa).....	6
英国Universal Bulk Handling.....	6
法国Cellier.....	7
Bradford & White.....	7
2. 塔和灯柱行业.....	7
法国Petitjean.....	7
英国Abacus.....	8
爱尔兰Lampost Construction.....	8
3. 管子和管道行业.....	9
德国柏林Sosta.....	9
芬兰Finnbend.....	10
马来西亚Hicom (Krupp).....	10
德国莱比锡Sosta.....	10
德国Salzgitter.....	10
Chicago Bridge & Iron (CBI).....	11
4. 铁路和造船.....	11
法国ANF.....	11
德国LHB.....	11
德国Flensburger Schiffbau.....	12
5. 航天和国防.....	12
瑞典Volvo Flygmotor.....	12
德国Daimler Chrysler Aerospace.....	13
英国Bae Systems.....	13
英国British Aerospace.....	14
美国Boeing (长岛).....	14
6. 汽车工业.....	14
加拿大Automated Welding Systems (AWS).....	14
美国Honda.....	15

1. 锅炉和压力容器行业

英国 T&D Bison

2 套系统

T&D Bison 生产介质散装货物集装箱(IBC), 需要符合 U/N 设计许可, 并且符合严格的焊接标准, 包括 ASME 1X & EN 288 pt 3. T&D 面临着两个问题: 得到熟练焊工方面的难度日益增加, 以及市场上面临降低成本的压力。T&D 决定尽可能使焊接工作自动化, 使其能够使用半熟练的操作者。原来他们使用了电-机械接触式探针, 但是他们发现他们不能可靠地跟踪焊接接头。尤其是当焊接接头为紧密对接时。箱体的焊前需要点固。也尝试了采用操作者控制跟踪过程, 但是其不能维持其可靠性, 也降低了焊接速度。Meta 的系统通过连续跟踪焊接接头, 从而解决了跟踪问题, 即使通过点固焊点也能继续跟踪。该系统使焊接速度得到明显的提高, 从而具有下列优点:

- 生产率提高了 60%
- 降低了返修率
- 劳动力
- 投资回报期为 8 个月

正因为此, 第二套 Meta 的跟踪系统引入到大集装箱的焊接中。

法国 Robine

3 套系统

Robine 生产槽车的罐子以及类似的产品。Meta 的 3 套激光跟踪系统安装到其已有的焊接专机上, 以取代手工的定位控制。所使用的焊接专机完成罐体纵缝和碟形封头环缝的焊接。焊接方法为埋弧焊(SAW), 焊接速度原来取决于操作者能够人工监视焊缝位置的能力。在使用激光焊缝跟踪系统之后, 无需改变设备的其它部分, 激光焊缝跟踪系统将焊接速度从 450mm/min 提高到 940mm/min。因此安装激光跟踪系统之后:

- ✚ 焊接产生提高一倍;
- ✚ 质量得到提高;
- ✚ 修复和返修的工作量从 4%降低到 2%。



英国 M1 Engineering

1996 年安装

M1 当时正在寻求将其生产设备进行现代化改造，来制造用于公路运输业的 ISO 容器。他们当时有 Bode 的横梁式焊接操作机，用于将碟形封头同圆柱形筒体焊接在一起。他们还想引入等离子焊接系统来提高焊接速度和质量。等离子焊接要求必须是边缘为直角的对接接头，但机械式探针传感器无法跟踪这种型式的接头。况且，手工控制无法获得所希望的焊接速度和焊缝质量。因此将 Meta 公司的激光跟踪系统集成到十字横梁式焊接操作机中，来控制焊枪的位置，从而能够焊接大直径贮箱。使用激光焊缝跟踪之后，系统具有下列优点：

- ✚ 使焊接过程自动化；
- ✚ 提高焊接速度；
- ✚ 提高焊接质量。



挪威 Landteknikk Fabrikk

3 套系统

Landteknikk 的特长是制造用于乳品加工业的高质量不锈钢罐体。这些罐体是温度控制的。其中固定罐体安装在农场上，移动罐体用作槽车上。引入了 Meta 的激光跟踪系统用在小罐体中碟形封头和圆柱形筒体的环缝焊接中。Landteknikk 原来正寻找将焊接过程全自动化以提高质量，降低返修率。Meta 公司同其签署协议，辅助其安装并提供培训。Landteknikk 因此能够无需额外协助就能完整地安装系统。

优点如下：

- ✚ 无需监视焊接过程；
- ✚ 提高焊接质量。

美国 Manchester Tank

安装于 1998 年

Manchester Tank 为顾客和轻工业生产储气罐。铝合金的罐体是由两个拉制的罐体对接起来进行焊接。环形焊缝必须具有密封性和良好的表面质量。由于原来的加工过程以及材料成分变化的缘故，接头质量总是不均匀一致。安装了 Meta 的跟踪系统到焊接专机上，来焊接小直径的储气罐(典型直径在 500mm)。传感器除了跟踪功能之外，还能够自动定位焊缝起始位置，降低装配时间。优点如下：

- ✚ 提高产品质量；
- ✚ 提高生产率。

西班牙 Eurocarina (Lapesa)

4 套系统 (1996 年 1 套, 1997 年 1 套, 1999 年 2 套)

Eurocarina 在其位于 Zaragoza(萨拉戈萨)的工厂每年生产 5 万个家用水箱。一个带有旋转式工作台焊接专机用来焊接碟形封头同圆柱体的环缝。焊缝位置由手工控制轮流从一端到另一端。Meta 传感器安装到该焊接专机上, 来跟踪一端的焊缝, 同时操作者控制另一端焊缝。这就使得两条焊缝同时能够焊接。经过使用, 系统被证明是非常成功的, 次年就购买了另一套激光跟踪系统安装到另一台类似的专机上。优点是:

- ✚ 在只采用一个操作者的情况下生产率提高一倍;
- ✚ 提高焊缝质量;

两年后, 该工厂又购买了两套系统安装到一台焊接专机上, 来焊接储气罐。



英国 Universal Bulk Handling

2 套系统

UBH 已经安装了一个自动化焊接专机(Bode)用来将冷却导管焊接到容器的外面。导管在容器外面沿着罐体纵缝和环形方向分布。焊接专机包括滚轮架用来旋转罐体, 十字横梁焊接操作机安装了 Meta 的激光焊缝跟踪系统。横梁端部有两个焊接机头, 每个焊接机头安装有一台传感器。系统使用双丝焊接方法。整个系统在生产率和焊缝质量方面有了显著的提高。Meta 传感器可靠地按照焊接速度来跟踪, 同时保证焊缝正确地定位在焊枪的下面。

优点如下:

- ✚ 提高生产率;
- ✚ 提高焊缝质量。

法国 Cellier

1998 年安装

激光跟踪系统安装在 SAF 的等离子焊接系统中。焊接专机采用十字横梁焊接操作机，焊接紧密对接的不锈钢容器环缝焊缝。第二套激光跟踪系统，使用同样的控制器，安装在横梁的另一端，导引 MIG 焊枪来焊接冷却环，冷却环螺旋状地缠绕在罐体的周围。

优点如下：

- ✚ 等离子焊接过程自动化；
- ✚ 提供高质量的焊缝；
- ✚ 确保整套系统的良好投资回收期。

Bradford & White

1994 年安装 3 套系统，1995 年安装 4 套系统

Bradford & White 每天大约生产约 4000 只热水箱。运行时间为 3 工位，每年 250 天工作。由于环缝的焊缝质量差，原来箱体的泄漏测试失败率达到 7-9%。每年这么高的返修率大约耗费 70 万美元。Bradford & White 安装了 Laser Vision 系统来监视装配过程，并进行端面封头环缝的定位。在随后的一年中，公司又安装了 5 套系统。其获得回报是当时安装之前的几倍多。

- ✚ 每年同焊接相关的返修率小于 0.5%，节省了每年大约 65 万美元的费用；
- ✚ 自从安装 Laser Vision 系统之后，生产率提高了大约 6%；
- ✚ 耗材的节省量每年大约 18.5 万美元。
- ✚ 提高焊缝质量；B&W 现在可以用更小的焊缝来进行焊接，不需要频繁地进行泄漏测试，因为泄漏出现的机率已经很小；
- ✚ 环境更清洁：由于提高焊接精度，他们能够从药芯焊丝转到实芯焊丝。这对雇员、管理者都很满意。

2. 塔和灯柱行业

法国 Petitjean

2 套系统

Petitjean 制造灯柱，尺寸范围从大运动场的灯塔，小到路灯灯柱。通常灯柱由 1 个或 2 个板材在长度方向弯曲叠起来制成，焊缝至少 2m 长。原来采用机械式跟踪设备，但是存在两个问题：

- ✚ 对于小焊缝，探针将跳出来，尤其是经过点固焊缝时；
- ✚ 当经过点固焊缝时，安装高度不一致。

因此操作者不得不手动跟踪焊缝，第一台 Meta 的激光焊缝跟踪系统安装到埋弧焊机头上，操作者能够在机器焊接时从事其他工作。正因为此，该公司购买了第二套 Meta 激光跟踪系统安装到 MAG 焊接专机上。

优点是：

- ✚ 一致的跟踪质量；

- ✚ 提高焊缝质量；
- ✚ 将操作者从焊接工作中摆脱出来，有利于健康和安全；
- ✚ 提高生产率。



英国 Abacus

2 套系统

Abacus 生产道路装饰物，包括路灯。它是两张板材经过多重弯曲折叠后形成的 6 米长的斜截面。材料厚度从 4mm 到 15mm，取决于灯柱的类型。带有两个 MIG 机头的直缝焊接专机用来同时焊接灯柱。工件尺寸变化的原因使得焊枪的定位非常困难，同时由于不同斜度和厚度，接头的尺寸也不同，使得接触式探针难以应用。由于焊缝位置为横焊，因此垂直方向的控制非常重要，同时还要补偿工件的形状变化以及焊接过程中的焊接变形。

Meta 提供的激光焊缝跟踪系统具有下列优点：

- ✚ 保证良好的焊缝质量；
- ✚ 降低装配时间；
- ✚ 提高生产率。

爱尔兰 Lampost Construction

1995 年安装

Lampost 也制造路灯柱，它是由单张板材经过多重折叠而形成的。经过预先点固的接头最后焊接形成灯柱。MIG 焊接机头沿着灯柱长度方向移动，机头安装在 Gullco Kat 单元上。由于焊接过程中产生的焊接变形，灯柱经过预先反变形，呈弯曲状，经过焊接之后便

成直线。焊缝因此不是直线。Meta 的激光焊缝跟踪系统用来跟踪接头，以确保适应工件的移动，并获得高质量的焊缝。在焊接过程中因为焊接头变形，接头的间隙变大。因此 Meta 的传感器在跟踪的同时，测量接头的体积，提供给焊接控制器相应的信号，以根据接头的体积来调整送丝速度。从而确保了接头质量的一致性以及良好的焊缝成形。

优点如下：

- ✚ 使焊接过程自动化；
- ✚ 良好的焊缝质量；
- ✚ 提高生产率。

3. 管子和管道行业

德国柏林 Sosta

1997 年安装了第 1 套系统，总共有 29 套系统在使用

Sosta 生产高质量的不锈钢管，用于食品、化工、制药工业。管子是由板材卷制成形，TIG 焊接制管。焊接速度大约 250mm/min。焊接机头包括 TIG 焊枪和送丝机，随后采用 TIG 重熔以改善焊缝成形，后面带有抛光头。管子的直径从 20mm 到 250mm。焊接 100% 经过超声探伤。

在使用 Meta 激光焊缝跟踪系统之前，每条焊缝都需要手工焊枪位置调整，这非常困难，因为人很难全部精力集中于焊接过程中。Meta 的传感器确保了焊枪的正确定位。优点如下：

- ✚ 降低废品率；
- ✚ 将操作者解放出来，做其他工作。



芬兰 Finnbend

1997 年安装

Finnbend 生产压力计导管，尺寸范围从 50mm 到 400mm。管子沿长度方向进行焊接，然后经过压盘后形成有一定角度的管子。焊接工作是在焊接专机上进行。接头很紧密，大约 0.2mm 间隙的对接接头。在使用传感器之前，操作者需要手工控制焊枪的位置以确保能够正确地定位焊缝。使用激光跟踪的优点如下：

- ✚ 焊缝的精确定位；
- ✚ 解放操作者，用于其他工作；
- ✚ 提高生产率

马来西亚 Hicom (Krupp)

1996 年安装 4 套

该工厂生产 1-2m 直径的螺旋管。管子预先被点固上，管子长度大约为 20m。然后送入焊接系统，焊接系统包括两个平行的焊接专机，每个焊接专机执行内焊和外焊工作。管子送入焊接系统之后旋转，内部焊头和外部焊头完成焊接工作。采用埋弧焊，焊接电流达 1000A。焊接机头的数量取决于被焊管子的厚度(12mm-25mm)。Meta 的激光跟踪系统的优点是：

- ✚ 确保焊接机头的正确定位；
- ✚ 良好的焊接质量。

德国莱比锡 Sosta

1998 年安装了 2 套系统

莱比锡的 Sosta 工厂生产管子的直径从 200mm 到 400mm。板材经过轧辊机成形后点固。然后焊接起来。Meta 激光跟踪系统跟踪焊缝，使焊接自动化专机易于操作，能够无人值守运行。

优点：

- ✚ 降低装配时间；
- ✚ 提高生产率；
- ✚ 降低劳动力需求；

德国 Salzgitter

1993 年安装了 3 套系统

激光跟踪系统安装在 Motoman 机器人上。机器人焊接管子焊接的起弧板和收弧板。管子旋转，传感器识别螺旋焊缝的位置，同时定位管子的末端，以便全自动地焊接起弧板和收弧板。使用激光跟踪系统的优点是：

- ✚ 焊接过程全自动化；
- ✚ 降低劳动力需求；

- ✚ 提供快速和可靠的操作；

Chicago Bridge & Iron (CBI)

1996 年安装了 1 套系统

Chicago Bridge & Iron (CB&I) 是一个全球化工程建设公司。CB&I 赢得了一个合同来提供高度专业定制的管子，用于一个新的科学实验工作。Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) 项目包含了几个设备，来探测宇宙的重力波以及这些波的利用，用来进行科学研究。CB&I 负责不锈钢真空束射管模块的设计、制造、建设以及泄露测试。每个设备包括两个 L 型腿，每条腿包括一个 1.2 米直径、长度为 4km 的真空束射管。束射管和真空室包括了世界上最大的真空系统，体积将近 35 万立方英尺。管子采用螺旋焊管生产，CB&I 从 PRD 购买了制管机，以及 Meta 公司的 Laser Vision MVS 螺旋制管控制系统，自动控制 ID 和 OD 的焊枪以及间隙控制。CB&I 生产了 60 公里长的螺旋焊管，无任何泄露。CB&I 直接将此归功于 MVS 的螺旋焊管控制系统。

4. 铁路和造船

法国 ANF

1997 年安装

ANF 是 Bombardier(庞巴迪)的一个部分，生产公共运输设备，包括有轨电车、火车和地铁系统。一个大型的 SAF 焊接专机用来焊接铝合金铁路货车的底板。接头是小 V 型对接焊缝，大约 20m 长。原来采用了 Cyclomatics 的接触式探针来跟踪焊缝。SANA(Meta 法国分销商)安装了 Meta 系统到该设备上。

具有下列优点：

- ✚ 显著提高生产率；
- ✚ 降低 80% 的返修率；
- ✚ 降低成本。

德国 LHB

1997 年安装

LHB 是 Alstom (阿尔斯通)集团的一部分，生产铁路客车。Meta 的激光跟踪系统安装到 Fronius 焊接专机上，用于双丝 MIG 焊接 20m 长的铝合金车体。Meta 激光跟踪系统替代了原有的接触式探针，并具有下列优点：

- ✚ 焊接速度提高一倍；
- ✚ 提高焊接质量。



德国 Flensburger Schiffbau

1998 年安装

Meta 的激光焊缝跟踪系统安装到 BUG-O 的焊接小车上，用于船体的焊接。系统包括 3 个滑架，前两个由传感器控制，确保焊枪在焊缝上。第三个滑架安装到这两个滑架上并带动焊枪。这个滑架提供摆动功能。传感器在跟踪过程中测量接头的宽度，提供此信号以控制摆动幅度。传感器安装在焊枪的前面，但是实际上传感器的安装支架是在第三个滑架的后面，传感头并不参与摆动。激光焊缝跟踪传感器的应用，改善了焊接过程，也不需要一名工人固定监视焊枪位置，提高了生产率。

5. 航天和国防

瑞典 Volvo Flygmotor

1987 年安装

Volvo Flygmotor 为阿里安 5 的第一级火箭发动机生产喷管。它包括了方管缠绕到模具上。方管之间的焊缝使用 TIG 焊连续焊接。焊缝质量的好坏非常重要。大约一个喷管上有 1800m 的焊缝。系统包括了一个 Adept 机器人，带有 Meta 的激光跟踪传感器和 TIG 焊枪。模具通过转胎旋转，同机器人协调动作。使用激光跟踪传感器来在焊接之前定位焊缝。系统自从 1987 年使用以来，一直连续生产喷管。

使用激光跟踪的优点是：

- ✚ 精确一致的焊缝；
- ✚ 较高的生产率。



德国 Daimler Chrysler Aerospace

1989 年安装

这套系统同安装在 Volvo 的系统非常相似，在第一套系统成功实施之后安装的。他目前用来生产阿里安 4 的第三级火箭喷管。

英国 Bae Systems

1998 年安装 2 套系统，2000 年安装 4 套系统

Bae Systems 在他们的焊接实验室引入了 Meta 的激光焊缝跟踪系统用于焊接工艺过程的开发。传感器保证焊枪的正确位置以获得均匀一致的焊缝。安装了 4 套激光跟踪系统在 ESAB 埋弧焊机头上用于潜艇外壳的多道焊焊接。每条焊缝需要 12 道才能完成。对于每条焊缝，激光跟踪系统能够跟踪选定的特征来维持焊接精度。

优点：

- ✚ 焊接过程可靠；
- ✚ 焊缝质量提高和一致；

英国 British Aerospace

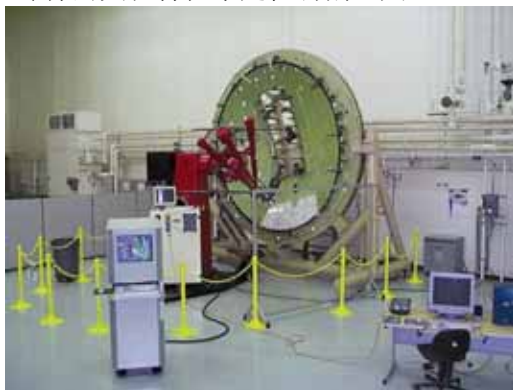
1997 年安装

British Aerospace 将激光跟踪系统用于同 YAG 激光器焊接系统相集成。该系统用于激光加工过程的开发，为将来应用做准备。激光跟踪传感器用来确保精确的焊缝定位。

美国 Boeing (长岛)

1997 年安装

Boeing (波音和麦道)购买了 TI2 系统在 Advanced Assembly Automation 内进行开发工作。系统基于 Neos Tricept 机器人，用来执行钻孔和路径安排。Meta 的十字条纹传感器集成到该机器人系统中，其能够适应装配件的变化。十字条纹传感器能够识别定位边缘或者孔，机器人因此能够依据被加工零件的关键特征来定位切割工具。



6. 汽车工业

加拿大 Automated Welding Systems (AWS)

1997 年安装 5 套 Laser Vision 系统

1998 年安装 2 套 Laser Vision 系统

1999 年安装 12 套 Laser Vision 系统

2000 年安装 10 套 Laser Vision 系统

Automated Welding Systems 主要有两块业务，一块是制造和销售整套 TWB 焊接生产线，供给北美、欧洲和远东的汽车客户。另一块业务是提供 TWB 原材料和生产，在加拿大和德国。在开发 tailor blank 焊接系统的早些时候，AWS 意识到在焊接 tailor blanks 的最大问题之一不是控制激光焊接过程，而是准确地定位激光光斑在焊缝上。加工缺陷主要产生于激光头没有在正确的位置上。为了解决这个问题，以及确保激光焊缝的质量，AWS 选择使用 Laser Vision 焊缝跟踪系统，以及 MVS-5(5mm 视场)传感头，来精确地倒进激光头沿着焊缝行进。主要的需求包括：

- 行走速度大约 20m/min;
- 能够桥接不连续板材的间隙或者断点;

- ✚ 应付的材料厚度从 0.5mm 到 3mm，等厚或者不等厚；
- ✚ 处理的间隙从 0 到 2.5mm；
- ✚ 适应不同的材料类型，包括不锈钢、镀锌钢板或者冷轧钢板、铝合金；

MVS 跟踪系统超过了用户的预期，除了跟踪的可靠性之外，系统地间隙和错边测量精度为 ± 0.020 mm，可以识别的特征尺寸小于 0.050 mm，作为重要的预先焊接之前的验证工具，可以在实际焊接之前判定焊缝的质量。AWS 将 MVS 系统集成到每一个 tailor blank 的焊接专机系统中。此外，AWS 还提供了焊后检测功能，也利用了 MVS 类似的技术。

美国 Honda

1997 年安装 1 套 Laser Vision 系统

本田的这块业务主要是装配雅阁和 Acura CL 生产线，同时也生产 TWB。为了提高 TWB 的质量，进一步明确无缺陷的 TWB 使用在其装配线中。美国本田决定减少对手工检测、随机冶金测试以及补充其质量控制，采用基于视觉的检测方案。

单一的一个视觉传感器只能用于获取其所能看到的表面数据。本田认识到紧紧检测激光焊接 tailor blank 的一个边缘，足可以判断一个焊缝的质量。基于视觉的检测需求因此包括：

- ✚ 水平上边缘的错边、烧穿、板宽、孔洞、以及凸起的趋势准确测量；
- ✚ 在线以 6-8m/min 的速度进行测量；
- ✚ 如果测量到参数超过预先设定的值时，发出报警信号；

Laser Vision MVS-5(5mm 视场)的检测系统被选用，因为其提供的分辨率、精度和高检测速率(60Hz)，需要跟得上每个工位 700 张 Table blanks 的生产率要求。使用检测系统之后，美国本田能够严格其检测标准，提高最终产品质量。检测系统能够拒绝经过手工检测和放大镜检测而漏掉的工件。