

# **Định hướng bằng ánh sáng Laser và hệ thống định vị toàn cầu (GPS) làm tăng hiệu quả chuẩn bị công trường xây dựng ở Mỹ**

Năm 1957, Gordon Gould đã phát minh ra laser, là viết tắt các chữ đầu của “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” (khuyếch đại ánh sáng bằng phát xạ kích hoạt). Laser là một thanh tinh thể với gương toàn phần ở một đầu và gương tráng bạc nửa phần ở đầu kia. Năng lượng cao được hỗ trợ cho thanh bằng cách chiếu ánh sáng vào một phía sao cho một số điện tử (electron) trong tinh thể nâng lên tới trạng thái năng lượng cao hơn.

Khi chúng bị rơi trở lại tới trạng thái thấp hơn, chúng phát ra photon ánh sáng. Các photon mà chuyển động theo chiều dài của thanh được phản xạ lại từ đầu này tới đầu kia của thanh bằng các gương và kích thích các điện tử khác phát ra photon cũng có cùng chiều dài bước sóng đúng như vậy. Khi thanh ánh sáng này cuối cùng chiếu qua phần không tráng bạc của gương, nó có độ tập trung cao, tăng cường độ cho thanh ánh sáng sẽ chạy dọc những khoảng cách mà không bị giảm cường độ.

Ngày nay, hầu như mỗi người dân Mỹ đều đã được chứng kiến sự hoạt động của laser. Trong công nghiệp xây dựng, những nhà phát minh đã có hàng trăm ứng dụng khiến cho giá thành laser trở nên giảm đi, những ứng dụng đó tiếp tục được nhân lên. Ngày nay, các dụng cụ laser đã đem lại cho chúng hiệu quả cao hơn gần như trong bất kỳ công việc nào thuộc lĩnh vực đo đạc, san lấp và nâng cao mặt bằng. Định hướng bằng laser hoặc điều khiển máy đối với thiết bị nâng cấp và đào, chỉ có hiệu quả đối với các nhà thầu đào lớn, hiện có giá thấp bằng 700 USD đối với một máy thu từ tính có thể được sử dụng cho hầu hết các loại thiết bị san và đào bất kỳ.



Máy thu được liên kết bằng từ tính hoạt động khi hố đào đạt cấp với tín hiệu LED màu xanh

Là bộ phận tự động hóa, laser thường được đưa vào bộ phận thủy lực, các bộ phận điều khiển vận hành của thiết bị, nên nó rất đắt tiền.

Nhiều công nghệ laser của các công ty đã được ứng dụng để chế tạo thiết bị khảo sát quang học. Laser đã có những thay đổi lớn và ngày nay GPS đã tiến lên một cấp mới. GPS(Global Positioning System) là hệ thống định vị toàn cầu, đã được xác lập trong quân đội Mỹ trong những năm 1980. Thử nghiệm thực tế đầu tiên đã được tiến hành trong cuộc Chiến tranh vùng Vịnh năm 1990, nó đã được ứng dụng rất thành công trong việc theo dõi sự chuyển động của thiết bị và con người. Ngày nay, có hơn 40 vệ tinh đang quay trên quỹ đạo cách trái đất 12.600 dặm, mỗi vệ tinh phát ra sóng radio liên tục. Mỗi “Chòm sao” của các vệ tinh này đều được định vị sao cho ít nhất 4 ngôi sao luôn luôn được nhìn thấy từ mỗi điểm trên trái đất. Ngày nay có các vệ tinh của Mỹ, Châu Âu và của Nga, mà những máy thu cập nhật nhanh có khả năng thu các tín hiệu từ các vệ tinh này. Về cơ bản, một máy thu GPS tiến hành đo khoảng thời gian một tín hiệu radio (vô tuyến) đi trong bao lâu từ mỗi vệ tinh và sử dụng các số đo này để xác định vị trí của nó trên bề mặt trái đất.

Đối với xây dựng, sự phát triển GPS có nghĩa là có thể xác lập những băng dấu ở bất kỳ đâu với độ chính xác trên phương x-y tới milimét trên thực tế. Đối với nhiều ứng dụng khác như việc san nâng cấp và làm đường, thì GPS có thể được sử dụng mà không cần hướng dẫn khác. Số đo nâng cấp (phương z) từ tín hiệu GPS là một điển hình, tuy nhiên độ chính xác đạt gần 0,05 inch. Trên mặt đường bằng đá và bê tông đã hoàn thiện, muốn đạt được độ chính xác của laser, thì nên sử dụng Trạm robot tổng thể TPS (Total Robotic Station). Những ứng dụng của GPS trong xây dựng đã được khai thác với mọi thứ từ việc phát hiện vị trí của thiết bị tới việc tìm kiếm thiết bị bị mất trộm.

### **Điều khiển các máy đào đất**

Khi sử dụng laser với máy đào đất, những việc cần làm là phải giữ cho răng của gầu đào ở một khoảng cách nhất định phía dưới của thanh laser. Nhưng trong khi đó, nguyên lý này khá đơn giản, nên có nhiều cách để đạt được.

Về nguyên lý, máy thu laser ở đầu thấp được kết nối bằng từ tính với tay cần của máy đào (hoặc với bất kỳ máy đào và máy san nào). Nó tạo ra mặt phẳng bằng cách xoay dụng cụ laser được lắp trên cột ở một nơi nào đó bên cạnh công trường. Bộ phát tín hiệu laser LED) phát sáng chói trên máy thu, chỉ ra các vòng cung màu đỏ nếu máy đào cắt mép quá cao hay quá thấp và với các vòng cung màu xanh tại cấp cuối cùng. Các máy thu đặt ở các độ dài khác nhau từ gần 6 inch tới gần 16 inch. Các độ dài lớn hơn cho phép người điều khiển có cảm giác tốt hơn đối với vị trí mà anh ta đang đứng để đạt được cấp đào mong muốn và giúp tránh được việc đào quá mức. Một số máy thu tự động di chuyển lên xuống theo thanh lắp trên cột đo độ sâu của máy đào nhằm duy trì laser thẳng hàng. Đối với các máy thu ở đầu thấp hơn, thì tay cần máy đào phải gần vuông góc với đất khi đó là số đo đạt cấp. Đối với các máy thu ở đầu cao hơn thì tự động điều chỉnh bù vào đối với các góc đào sâu hơn tới 30o. Bàn điều khiển từ xa có thể lắp bên trong cabin (buồng) điều khiển để dễ nhìn hơn

trong ánh sáng chói hoặc những tình huống không bình thường, và âm thanh nghe thấy có thể được sử dụng để nói khi người điều khiển ở trên hoặc ở gần cấp.



Các thiết bị laser có thể sử dụng để định hướng cho thiết bị san và đào ở gần

Để tạo ra cấp đối với máy thu của máy đào đơn giản, thì laser đầu tiên phải được bố trí cao hơn đôi chút so với băng dầu. Trước tiên, người điều khiển cắt một phần đế của cấp yêu cầu. Đặt lưỡi gầu vào đáy của hố đào, điều khiển tay cần vuông góc, sau đó di chuyển máy thu lên, xuống cho tới khi đạt được tia sáng của cấp cứng. Bởi vậy, tại điểm mà bạn biết rằng ở đó đã đạt cấp đáy của móng, và bạn có thể đào phần còn lại của móng cho đạt tới cấp này. Đó là một kiểu chỉ số đơn giản của hệ thống, tại đó người điều khiển nhìn thấy tia sáng nhằm duy trì mức ở đáy của hào hoặc móng đào.

Đối với những người muốn di chuyển lên một vài cấp, mặc dù đây đã là các hệ thống rất hiện đại, thì với các hệ thống đầu cao, các bộ cảm biến góc hay cảm biến độ nghiêng được lắp thêm vào trên mỗi phần của máy đào, gồm các cảm biến vòng và lối trên cabin. Biết được độ dài từ trục tới trục (pin to pin) của tay cần và của sào máy đào và các kích thước của cabin và gầu, các hệ thống này ứng dụng một số phép tính hình học có thể cung cấp cho người điều khiển sơ đồ hình học về vị trí và góc của gầu đào trong thời điểm thực tế. Khi hình thù của hố đào được đưa trước vào hệ thống và hệ thống được định cỡ phù hợp với cấp đào bằng laser xoay, thì người điều khiển có thể nhìn rõ cái gì đã được đào và những gì còn lại. Những chỗ tác nghẽn bên cạnh, những đường dây bên trên, hoặc các đường ống phía dưới hố đào đều có thể được đưa vào hệ thống để cảnh báo người điều khiển nếu cho máy đào đi quá gần một vật nào đó. Một số hệ thống gồm có bộ cảm biến khối lượng, xác định tổng khối lượng vật liệu đã được đào(cắt). Giá của kiểu hệ thống này lên tới không ít hơn 11.000 USD.

Thiết bị laser tăng thêm khả năng cho những người điều khiển, bởi vì họ ít phụ thuộc hơn vào người kiểm tra cấp đào. Nó cho phép họ tăng tốc độ thi công đào, vì họ không phải chờ đợi người đến kiểm tra cấp đào. Người điều khiển có thể tự mình bảo quản được những chi tiết đắt tiền của thiết bị di chuyển. Nó cũng giống như chiếu sáng vào những chỗ đào không

nhìn thấy, giống như ở dưới nước hoặc trong các hố đào thực sự sâu, nơi người vận hành không thể nhìn thấy đáy. Bất kỳ ai làm công việc đào đất đều có thể sử dụng hệ thống giống như hệ thống này.

Một số nhà sản xuất đã tiến xa hơn và đã kết nối hệ thống này vào các hệ thống thủy lực của máy đào để điều khiển tự động. Khi hố đào đạt tới phạm vi khoảng cách nhất định của cấp đào cuối cùng, gần 6 inch hoặc tương tự, thì điều khiển tự động hoạt động và kết thúc công việc đào. Người vận hành điều khiển sào và tự động điều khiển tay cần và gầu xúc. Người vận hành xác định xem cần kéo lại nhanh như thế nào, nhưng laser đã được nối vào hệ thống thủy lực nên nó sẽ duy trì được cấp đào theo thiết kế dù là bằng phẳng hay nghiêng.

### **Những gì đang diễn ra**

Giới hạn đối với sự chuẩn bị công trường xây dựng đó là hệ thống 3D với máy thu GPS. Các hệ thống này ngày nay có khả năng sử dụng, mặc dù đối với các mức chính xác cao thì cần phải sử dụng laser. Với những hệ thống hiện nay, bàn phím trong cabin điều khiển giúp cho người vận hành nhập các cửa sổ với hình mặt bằng, hình thù và các tiết diện ngang. Người vận hành biết được nơi anh ta đang đào và có thể liên hệ nó với toàn bộ công trường. Ngày nay, hầu hết công nghệ laser và GPS đều được ứng dụng vào thiết bị, nhưng điều đó đang có sự thay đổi. Hãng Bobcat hiện đang bán các máy với trọn gói GPS bên trong. Hãng Caterpillar lắp đặt hệ thống AccuGrade, trong đó có công nghệ laser và GPS của hãng Trimble, như trong một nhà máy. Đối với các máy san và máy đào tự động hóa hoàn toàn, bộ phận này có thể làm tăng giá thành tới trên 100.000 USD.

### **Những ứng dụng khác của GPS**

Tất cả những dạng ứng dụng GPS tập trung trong thi công xây dựng và đang bắt đầu được chọn lựa.

- Thiết bị theo dõi và con người: Nếu bạn trang bị một thiết bị hoặc một công nhân với thiết bị theo dõi vệ tinh (chi phí gần 700 USD), thì bạn có thể theo dõi được sự chuyển động tại thời điểm thực tế. Điều này có thể được phân tích nhằm tối ưu hóa các quá trình công việc và di chuyển trên đường tới công trường hoặc trên công trường.

- Thiết bị phát hiện trộm: Một thiết bị GPS theo dõi chi tiết máy bị mất trộm, có thể nhanh chóng giúp cho cảnh sát phát hiện ra nó. Một công ty cung cấp thiết bị theo dõi là Longview Advantage.

- Rải đường không cần dây căng: Đó là mơ ước của nhà thầu làm đường, có thể rải đường không cần căng dây. Sự hợp tác giữa hãng Gomaco và Leica hiện đang sử dụng các trạm robot tổng thể nhằm hạn chế việc căng dây, nhưng máy định hướng GPS sẽ là loại máy rải đường tốt nhất.

- Quản lý tài sản, của cải: Sử dụng hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System=GIS) có thể khai thác được cơ sở dữ liệu địa lý, nhà thầu có thể chuẩn bị việc điều tra về tất cả thiết bị, biết được khi nào nó đã được mua, với giá là bao nhiêu, việc bảo trì nên thực hiện như thế nào và thậm chí cả ai đã vận hành nó. GIS cũng có thể giúp cho việc quản lý dự án và phát triển các chương trình 4D và 5D.

### **Các hãng cung cấp thiết bị laser và GPS nổi tiếng trên thế giới**

- AGL Lasersource: Cung cấp tất cả các thiết bị laser, các máy thu, điều khiển thiết bị.
- Apache Technologies: Vừa qua Trimble đã giành được hãng này. Apache sản xuất 3 máy thu được kết nối bằng từ tính và một hệ thống để điều khiển lưỡi xúc của các máy san.
- Leica Geosystems: Hãng này có một dây chuyền mạnh bao gồm các máy thu laser từ tính đơn giản đến các hệ thống tự động hóa máy 3D toàn diện. Leica và Gomaco đã phối hợp chế tạo thiết bị rải đường bê tông không cần dây căng nói chung.
- Mikrofyn Positioning Products: Đây là công ty của Đan Mạch, tiếp thị toàn bộ dây chuyền các máy laser và các hệ thống điều khiển máy gồm có hệ thống máy đào tiên tiến.
- Somero Enterprises: Somero đã sử dụng hệ thống tương tự dùng cho máy cạp 3D, sử dụng trạm robot tổng thể của Trimble, hệ thống này đã được lựa chọn để kiểm tra cấp đào trong thời gian san.
- Topcon Positioning Systems: Với dây chuyền đồng bộ các thiết bị laser và GPS, Topcon đã phát triển thiết bị GPS cực kỳ chính xác, có thể cung cấp tín hiệu ngay cả khi sử dụng trong các tuyến đường hẹp hay ở vùng núi.
- Trimble: Trimble đã mua công ty Spectra Precision vài năm trước đây để kết hợp 2 công ty dẫn đầu trong lĩnh vực GPS là Trimble và khảo sát bằng laser là Spectra. Họ có một dây chuyền mạnh của các hệ thống GPS và laser, một số trong đó đã được các nhà sản xuất lắp đặt thành xưởng sản xuất.

*Đinh Bá Lô dịch*

*(Nguồn tin: T/C “Concrete Construction”, N3/2006)*