

应用研究

激光流速計測量气体和液体

P. J. Klass

測量气体和液体速度的激光流速計（预期较通常的流速計精确很多倍，并且成本只为其一半），现已由斯佩里公司的电光组制成。它沒有运动部分，因而实际上能反应出变化流速的瞬时值。

这种装置能用来測量风洞中的空气流动、火箭燃料的流速和气象中的风速。在早期的实验室模型試驗中，已測量了低至 0.2 呎/秒的空气流速，以及相当低的水的流速。

寬广的灵敏度范围

这种装置具有从零附近到大约 100,000 呎/秒寬的灵敏度范围。只要介质对激光束比较透明，能够測量的最大流速似乎沒有上限。这种装置已用四氯化碳試驗过，并且还用来測量过固体光学石英片的运动。

斯佩里激光流速計是将近两年以前该公司最早演示的激光角速率传感器的发展结果。在激光陀螺中，两相干激光束沿相反方向绕一闭合的光路循环。当激光器本身旋转时，光程长的变化引起两光束的多普勒频移，其值正比于激光陀螺的角速度。

菲涅耳曳引理論

激光流速計依据 150 年以前法国物理学家菲涅耳首次提出的原理工作。他建立了这样的理論：通过在相反方向上流动的透明介质的光束实际上会受到一种曳引效应，因而速度降低。1859 年，菲涅耳曳引理論由斐索的流水干涉条纹移动实验加以证实。因此这一原理有时称为斐索效应。但在激光器出现以前，应用这一原理于流量计是不可能的。

光速的明显移动的大小，是气体或液体的折射率及其流动速度的线性函数。当介质沿光束的方向流动时，光速增大，而当流动方向相反于光束时则减小。

由同一台激光器产生的一对反向环行的光束——象激光陀螺中的那样——能測量沿光束的轴向流动的气体或液体的速度。如果增加第二台激光器，以产生与第一对成直角的第二对反向环行光束（如图 1 所示），则流速計能測量同时垂直于两组激光束面的平面内任何方向上的流速。此外，这种装置可能根据由每组激光束測量得的两分量确定流动方向。

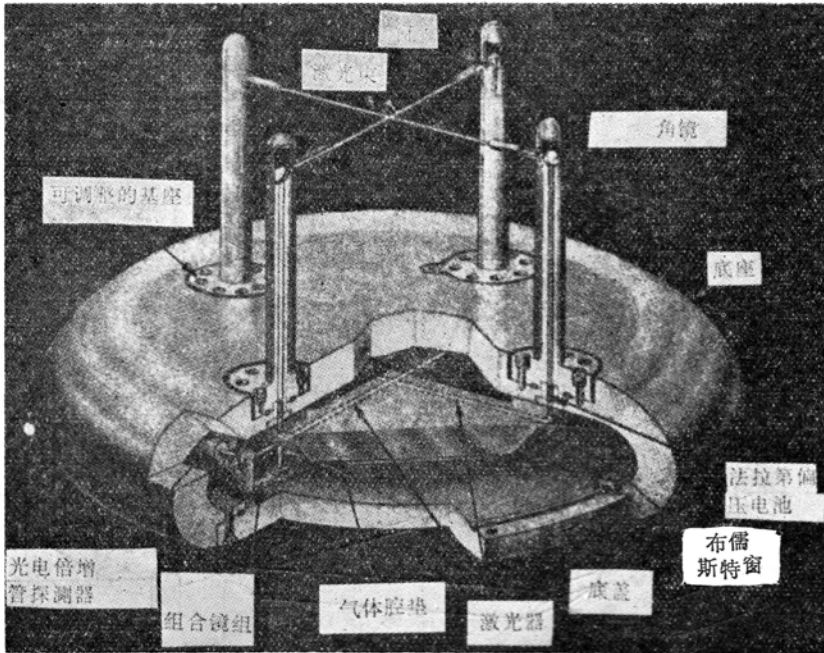


图 1 激光流速计，是斯佩里激光陀螺的发展结果，极其精确，因没有运动部分，故能测出瞬时值。它能够测量液体、气体和某些固体的速度。当激光束通过沿相同或相反方向流动的介质时，便发生频移，这可由光探测器测定，其值正比于流动气体或液体的速度。相交成直角的两组光束能测定水平面内任何方向上的流动，其方向及速度都能确定。

每台激光器的两条反向环行光束由反射镜组合起来(象在激光陀螺中一样)，并引导到一个光电倍增管探测器上，它们在那里产生一个外差信号，这信号两倍于由于气体或液体流动在每一光束中产生的频移。流速愈高，频移愈大。这与由激光器角旋转所产生的信号是同类型的，并且与后者不能区别。

事实上，斯佩里在其早期激光陀螺中遇到过的一些不稳定性问题应归结为实验室内的空气流所引起的菲涅耳效应。解决办法是使激光束与这样的气流隔离开。

同样，激光流速计对于装置绕通过两对光束交点的轴的旋转也有反应。如果这种装置在纬度已知的固定位置上使用，则能够引入校正偏压来补偿地球的旋转速度。

但地球的旋转所产生的信号极小，故即使在不作补偿的情况下，测量速度低至 1 呎/秒的空气流动时所引入的误差不过百分之几；或者在测量有相当高折射率的液体时远远不到 1%。

这种新装置是斯佩里致力于消除其激光陀螺中反向环行光束间不需要的同步效应的结果。其作法是在两光束之间引入一个微小的频移。考虑到菲涅耳曳引效应，斯佩里的工程师们使两束反向环行的光束露于由电扇产生的流动空气中，达到了所希望的效果。

目前用于激光陀螺和激光流速计的、使反向环行光束产生频率的更为实际的技术，是利用一个方向较反方向有较高折射率的法拉第电池。引进法拉第偏压电池后，基本上消除了同步效应，装置对于甚至实验室中的空气流的反应也变得很明显。

斯佩里的工作一部分由赖特-帕特森空军基地美国空军航空系统分部所支持。该公司已将这种新装置推荐给马歇尔空间飞行中心和陆军作应用。

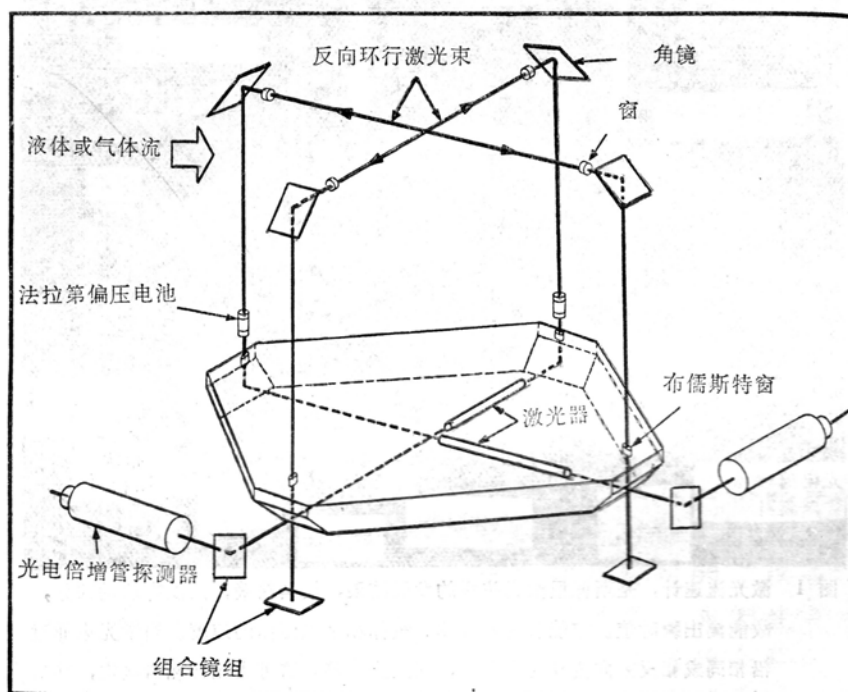


图 2 同一台激光器产生的两条反向环形激光束，象在斯佩里早期制成的激光陀螺中一样，能够测量沿光束的轴向流动的气体或液体的速度。附加与第一对成直角的第二对反向环形光束后(如图所示)，就能测量任何方向上的流动。

初期的实验是用氩-氟气体激光器进行的。用 1.15 微米的辐射波长测量液体、空气和固体；0.6328 微米测量液体和空气；3.39 微米则只用来测量空气。

激光流速计，象激光陀螺一样，由计算光电探测器产生的外差频率，可直接供给数字输出信号。由于没有运动部分，几乎能测出瞬时值，且对流动介质没有压缩，这种装置将得到广泛的应用。虽然到现在为止所提出和制成的装置都用来测量两个方向上的流动，但用同样的技术可以制成全向流传感器。

原载 *AW & ST*, 1965, 82, №2, 75~77 (张云三译, 颜绍知校)

日光泵激光器有助于星际通讯

T. Gradel

美国无线电公司展示了一种日光泵固态激光器，他们希望这种装置的较大带宽将有助于解决飞船在星际旅行中所遇到的通讯问题。

“水手”飞船用了一整天时间从火星附近传送一幅图象。