

激光雷达介绍

刘燕京 博士

激光雷达激光器的扫描方式

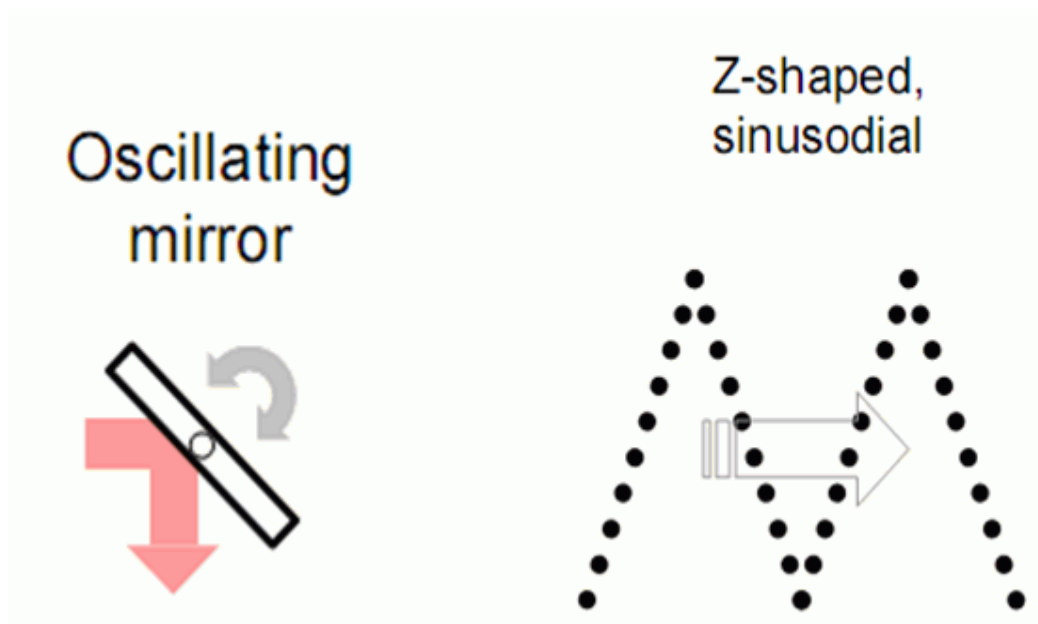
目前市场上的脉冲式激光器有四种扫描方式：

1. 振荡（或叫钟摆）式（Oscillating Mirror）。
2. 旋转棱镜式(Rotating Polygon)。
3. 章动（或 Palmer）式(Nutating Mirror, or Palmer Scan)。
4. 光纤扫描式(Fiber Switch)。

钟摆式扫描方式

原理：光直接入射到反射平面镜上，每一个钟摆周期在地面上生成一个周期性的线性图案，Zig-Zag 型，或称之为之字型。

生产厂家：Optech 和莱卡公司。



钟摆式扫描时，反射镜面需要在一秒内振荡数百次，同时要不断地、循环地从一端开始进行启动，加速、达到钟摆的最低点后，减速，直到速度为零，到达钟摆的另一端。因此它的扫描方向是左右两个方向的。

优点：

- 对于扫描视窗角（FOV），扫描速度有许多种选择，使得地面的覆盖宽度和激光点密度的选择有较多的机会。
- 大的光窗数值孔径。
- 较高的接收信号比。

缺点：

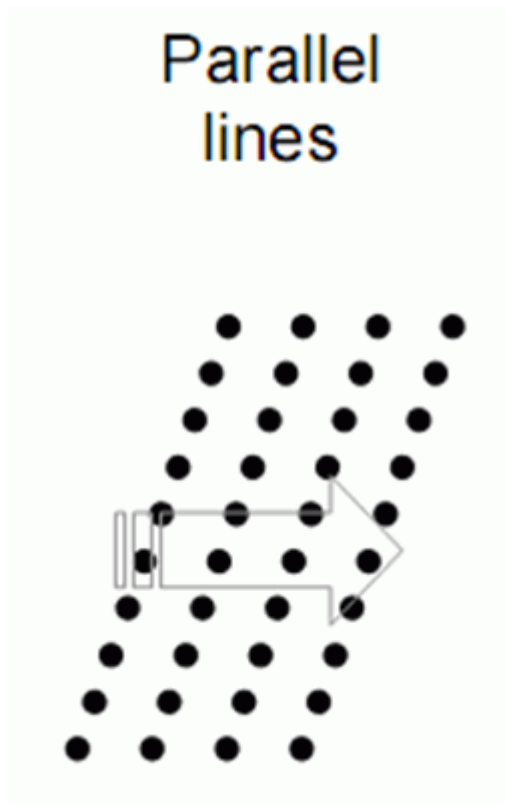
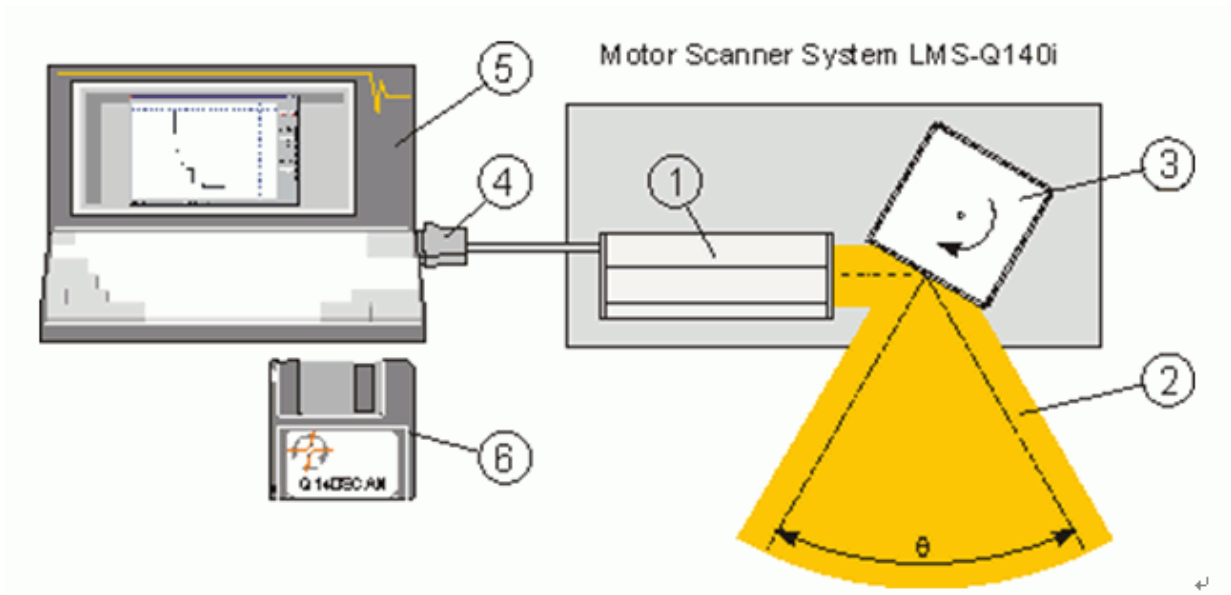
- 由于在一个周期内，不断地经历了加速、减速等步骤，因此，所输出的激光点的密度是不均匀的。这种不均匀性在扫描角度很小（如 $\pm 2^\circ$ ）时，因为过程短，并不显著；当扫描角逐渐增大 $> \pm 4^\circ$ 时，不均匀性会越来越显著。
- 由于反射镜的加速/减速，造成了激光点的排列一般是在钟摆的两端密，中间疏。而中间的数据是更受关心的，更关注的。由于在钟摆的两端，镜面的摆动速度较低或停止，并扫描两次，因此所得的数据精度差需要剔除，约占总数据的 10%。如扫描角为只选取 $\pm 20^\circ$ 。
- 由于不断地变化速度，造成了机械的磨损，使得 IMU 的配置发生了漂移，因此每一次飞行前都需要进行“boresight”检校飞行。
- 消耗更多的功率。

旋转棱镜式扫描 F

原理：激光入射到连续旋转的多棱镜的表面上，经反射在地面上形成一条条连续的、平行的扫描线。

激光器生产厂家：Rieg1。

激光雷达生产厂家：IGI, TopSys, FliMap, iMAR, Fugro/Chance。



优点：

- 需要的功率小。
- 棱镜旋转的角速度不变使得激光点的密度均匀,尤其是沿飞机飞行的方向的线间距完全相同。

缺点：

- 因为使用了对眼睛安全的长的波长,为了减少色散度,选择了较小的光窗数值孔径,一般为 5 厘米。
- 因为在光通过每一个多棱镜的表面时,都会经历一段较短的不能接收光信号的时间,相对低的反射信号接收比。最大信号接收比一般低于 70%。

钟摆式扫描与旋转棱镜式扫描的激光点密度的比较

一般：钟摆式扫描的信号接收比最大在 83%左右,但是要扣除约 10%的钟摆端的数据,因此,最后所获得的信号接收比最大约在 75%左右。

旋转棱镜式扫描的信号接收比最大约在 67%左右。

如果激光器的最大发射频率相同的情况下,钟摆式扫描的信号接收比要比旋转棱镜式扫描的多 8%。但是,如果最大发射频率不同,如 Riegl 的 LMS-Q560 的最大发射频率是 240,000 赫兹,而莱卡和 Optech 的最大发射频率约为 150,00 赫兹。在同样的飞行高度和速度等条件下,Riegl 的激光器的信号接收为 160,000 赫兹,而莱卡和 Optech 的仅为 112,000 赫兹。

具体的数据还要考虑飞行的速度,飞行的高度,地面的地形地貌,地面物的反射系数等。