

3 / 4C真矢量线终端处船速减半法在船舶控速中的应用

舟山引航站 邵建国 戚勇英

内容摘要：船舶速度控制是靠泊及锚泊操纵过程中的关键。笔者通过分析雷达矢量线与船舶减速时间常数两者之间的关系，提出了3 / 4C真矢量线终端处船速减半法，并阐述了此方法在船舶余速控制中的实际应用价值。

关键词：矢量线 减速时间常数 船舶控速

1引言

船舶速度控制是靠泊及锚泊操纵过程中的关键，它更是船舶操纵三要素中的第一要素。传统的船舶减速控速做法是，驾引人员依靠经验，在特定距离上控制船速至特定数值，但在非特定距离上难以随时判断余速过快或是过慢。随着船用雷达与GPS的结合使用，雷达矢量线能精确地显示船舶运动状态，通过对雷达矢量线的合理运用，可以发挥其在船舶控制余速方面的巨大优势。笔者在本文中通过雷达真矢量线结合使用船舶减速时间常数来分析船舶控速过程，以阐明雷达真矢量线在余速控制中的实际应用价值。

2本船雷达真矢量线与船舶减速时间常数之间的关系

本船雷达真矢量线通常是一根带箭头的线段，用来指示本船未来运动的方向和位置，其时间长度（单位通常为分钟）可以任意设定。假设真矢量线时间长度为6分钟，则其长度表示保持当前速度下船舶在6分钟内所行进的距离，箭头终端处即为6分钟后所能够到达的位置。由于在减速过程中，船舶不能保持原有速度，所以船舶在其设定时间长度内到达不了当时真矢量线箭头终端处。

船舶减速时，主机转速降低，船舶从初速 V_0 减至与降低后的主机转速相对应的定常速度 V_1 过程中，在某一时刻 t 的船速为 V ，英国TOPIEY船长推导出减速停车时船舶运动的近似表达式为：

$$V = V_1 + (V_0 - V_1) \times 2^{-t/c}$$

在此期间船舶前进的距离 S ：

$$S = V_1 t + [C(V_0 - V_1) / 0.693] \times (1 - 2^{-t/c}) / 60$$

以上二式中，C为减速时间常数（船舶停车后船速每递减1/2所需的时间），单位为分钟， V_1 ， V_0 单位为节，S单位为海里。

停车冲程操作（ $V_1=0$ 时），从操作时起至船舶停止的过程中，某一时刻的船速及其在此时间船舶滑行的距离，以及停止距离，可简化为：

$$V=V_0 \times 2^{-t/c}$$

$$S=0.024CV_0(1-2^{-t/c})$$

$$S_0=0.024CV_0$$

减速时间常数C跟排水量的近似关系如下表：

排水量(t)	C(t)	排水量(t)	C(t)	排水量(t)	C(t)
1000	1	36000	8	120000	15
3000	2	45000	9	136000	16
6000	3	55000	10	152000	17
10000	4	66000	11	171000	18
15000	5	78000	12	190000	19
21000	6	91000	13	210000	20
28000	7	105000	14		

以巴拿马型满载船舶控速过程为例进行分析。由上表可知其减速时间常数为12分钟，假设船舶停车前初始速度为4节，在无风流影响下，12分钟后船速将降至2节，期间船舶淌航的距离（ $t=C$ ）：

$$S=0.024CV_0(1-2^{-t/c})$$

$$=0.024 \times 12 \times 4 \times 0.5=0.576 \text{海里}$$

笔者发现，这距离约等于船舶停车时9分钟真矢量线长度0.6海里，即3/4C真矢

量线长度。

用公式总结如下：

$$S_1 = 0.024CV_0(1 - 2^{-t/c})$$

当 $t=C$ 时，船舶淌航距离 S_1

$$S_1 = 0.024CV_0(1 - 2^{-1}) = 3 / 250V_0C$$

当 $t=3/4C$ 时，雷达真矢量线长度为 S_2

$$S_2 = (V_0 \times 3/4 \times C) / 60 = 3/240V_0C$$

二者的差值仅为 $(1/2000)V_0C$ ，可见在低速情况下 $S_1 \approx S_2$ 。

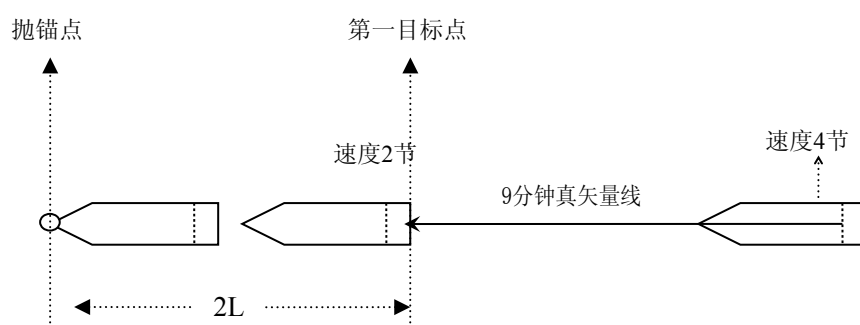
由此可见，船舶在减速过程中，将雷达真矢量线时间长度设置为 $3/4C$ ，停车后（在无风流影响的情况下），船舶将会在其当时雷达真矢量线箭头终端处速度减半，以此来指导具体用车(以下简称此法为 $3/4C$ 真矢量线终端处船速减半法)。运用这一方法，船舶在减速控速过程中，驾引人员只需观察雷达上本船 $3/4C$ 真矢量线，就可以随时得知本船在停车状态下能在什么位置做到船速减半，再由此来决定停车淌航的具体时机。由于本船真矢量线在雷达屏幕上是一根直观的箭头线，实时反映本船航速和航迹向，利用它来协助本船控速显得尤为便捷。

3 $3/4C$ 真矢量线终端处船速减半法在船舶操纵中的应用

3.1在锚泊操纵中采用此方法最直观，也最方便

。如图例1所示，以巴拿马型船舶为例（ $C=12$ 分钟， $3/4C=9$ 分钟），将距离抛锚点2倍船长处，设为第一目标点，目标速度设为2节。在船舶接近第一目标点过程中，逐步减速至4节左右，此时观察本船 $3/4C$ 真矢量线箭头是否触及目标点

，如触及，即停车淌航；如未触及，继续用车保持当前船速直至矢量线箭头触及目标点再停车，这样当船舶到达第一目标点的时候，余速就会在2节左右，再适时倒车就能顺利地完抛锚操作。当然，当本船3/4C真矢量线箭头触及第一目标点时船速大于4节，这表明此时停车淌航至目标点时余速将会超过2节，应酌情提前倒车。不管哪种情况，在船舶接近目标点的过程中，根据当时的船速及3/4C真矢量线箭头所触及的位置，我们始终可以直观地从本船雷达上获得船速减半时船舶所能淌航的距离和位置信息，并以此信息为指导酌情用车，做到减速控速过程中有据可依，科学合理。



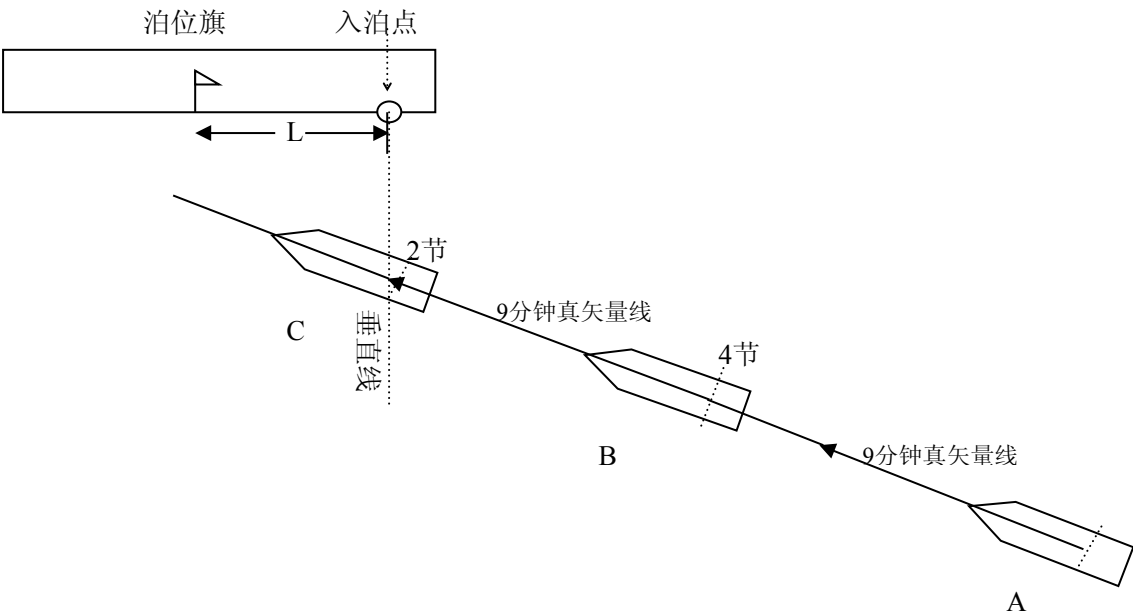
图例1

3.2靠泊操纵中的应用

如图例2所示（以巴拿马型船舶为例），设泊位旗后端一倍船长处为入泊点，计划入泊速度为2节。在船位离码头较远的A处时，逐级减车将船速降至较低速度。随时观察本船船速及9分钟真矢量线终端位置，假设此时停车，本船将会在当时矢量线终端位置速度减半，以此来判断本船速度是否安全合适，并酌情用车控制船位到达B处时，使船速为4节左右，此时雷达9分钟真矢量线触及入泊点垂直线，再淌航至船位C处时，余速将会降至2节左右。

可见，利用3 / 4C真矢量线速度减半法，根据入泊点的目标速度，我们始终

可以预知停车淌航前的最大船速，以此判断余速快慢，酌情用车，再适时停车淌航，就能够顺利将船速降至目标余速。这一方法相比传统凭经验控速的方法，具有直观、便捷、更科学等优点。

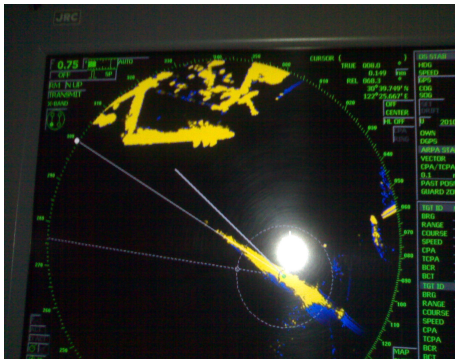


图例2

4 使用3 / 4C真矢量线终端处船速减半法在实际应用中的注意事项

4.1上述例子都是在假定无风流的前提条件下展开讨论的，而船舶在受风流等外力影响下，停车冲程势必会有变化，驾引人员应根据实际风流对船舶运动的影响，并以3 / 4C真矢量线速度减半法为基准，酌情提前或滞后用车。

4.1.1以矿船“宝钢荣耀”靠泊舟山马迹山码头为例



实图1

实图2

实图1和实图2是笔者在2010年8月29日，矿船“宝钢荣耀”靠泊舟山马迹山码头时拍摄的。该轮船长300米，排水量约21万吨，查取相应的船舶减速常数为20分钟，设定雷达上矢量线时间长度为 $3/4C$ 即15分钟，来指导靠泊。当时靠落未潮水，顶流靠泊，航道上的潮流流速约在1.5节，而码头附近为缓流时段，偏南风5到6级。在实图1位置时，船速2.8节，船首向300度，矢量线终端的位置大致对准泊位的后端，根据 $3/4C$ 真矢量线速度减半法，此时选择停车，船舶在矢量线终端位置速度会在1.4节左右，再考虑流的影响，船速会在1节左右。停车后，通过拖轮控制船首向，连续的对船速进行观察，和本文论点基本吻合。从中可以看出此法通过判断 $3/4C$ 真矢量线终端的位置，判断出船舶在到达此位置时的最大船速，再根据当前的船速和在停车后速度衰减情况来决定具体用车，体现了它的直观性，可靠性及有效性。

4.2船舶减速时间常数是根据船舶排水量来确定的，同一船舶在不同载态有着不同的减速时间常数。对船长而言需根据本船各种载态下的不同排水量来查取相应的减速时间常数以备随时使用。对引航员则需记住几种标准船舶的减速时间常数，再根据船舶载态合理选取适当常数。

5 结束语

近年来随着船舶导航仪器的更新，大部分船舶的雷达都接入了GPS信号，可以直观地显示本船真矢量线。笔者在此基础上提出了上述船舶减速控速的新方法。通过多次引航实践，笔者深感此方法实时、直观，能做到有据可依，安全可靠，尤其适用于指导大型满载船舶靠泊及锚泊作业。故特撰此文供各位同仁参考探讨，如有不当之处敬请指正。

参考文献

1 陆志材主编《船舶操纵》 大连海事大学出版社 2000年1月版