

只能用已知经度的天体去间接求测某星赤经值，所得结果，实质上是两天体的赤经差，其经度误差大于纬度误差是很自然的，因为它反映着两颗星赤经误差的总和。在极端情况下，误差可以相互抵消或加倍，玑衡抚辰仪所测天体经纬度综合误差值所显现的倍数关系，就是由于上述原因形成的。

清代几部星表，恒星位置数据的实测来源不一，又未加任何注明，很难据以分析仪器误差。清制八大天文仪器中，仅玑衡抚辰仪由于发现一批年代可靠的观测据，能通过道光增星推导出仪器测值的综合误差定量结果，从而使后人了解清代天文观测和仪器的真实情况和水平。

## 六、结 论

(一) 玑衡抚辰仪是清代、也是我国历史上最后一座大型铜铸浑仪。和历代浑仪相比，玑衡抚辰仪体型最为高大（长、宽、高分别为2160、3690、3360毫米）；用铜量最重（5145公斤）；设计和加工时间最久（共用了十年时间）；装饰造型最为华丽；造价也是最昂贵的。它代表着清代兴盛时期的工艺水平。

(二) 玑衡抚辰仪又是涉及史料（从文献到模型、实物）保存得最为完整、齐全的一座浑仪。它附有原理、制造和使用说明书，也提供了有关背景情况的议奏文献，还保留了三辰公晷仪和三辰仪这两代模型。我国古代天文仪器中，既有史料可据且保存得这样齐全的，只有玑衡抚辰仪。

(三) 玑衡抚辰仪还是中西文化交流的结晶，是引用西法简化和改造传统浑仪的仅有的一次实验。

(四) 玑衡抚辰仪虽然能够从刻度细分上用游表直接读得 $15''$ 格值（估读到 $10''$ ），但由于其他一些很难避免的因素影响，其综合观测误差是很高的，综合纬度误差约 $\pm 6'$ ，综合经度误差约 $\pm 12'$ 。由于古代星表

一般不注明观测年代和观测仪器，晚明以后又多将中西观测数据混用，更增加了分析有关观测误差的困难。能找到有关某一仪器的年代的可靠数据，不仅有利于了解这一仪器的精度，对了解同时代仪器精度也可提供参考。正因为这样，道光间用玑衡抚辰仪测得的增星数据，大体上也反映了清代八大天文仪器的工作精度。

(五) 以玑衡抚辰仪与它的两代模型相比较，能大概了解当年的创作思路和实地制作过程中的修改情况。它的最初模型是西式的，成品则基本上是中式的。这除了功能方面的考虑之外，更主要的还是受皇帝本人的思路以及当年学术界复古思潮的影响。

(六) 玑衡抚辰仪是件集体创作的作品。最初由何国宗、戴进贤主其事，第一代模型体现了他们想以西法全面地改造传统浑仪的企图。乾隆皇帝对西方法度是肯定的，但认为传统浑仪的结构值得保留，这至少使得仪器的外形和花饰等方面，否定或修正了何国宗、戴进贤等提出的初步方案。实质上，有比这更为深刻的内在因素：既然浑仪在中国有着两千多年的发展史，它必然积累历代的创造成果和合理部分，这不是一朝一夕能随意更改的。

(七) 第二代模型的结构和花饰，大体采取了中西参半的做法。

乾隆十一年（1746年）春，玑衡抚辰仪的第二代模型尚未完工，与何国宗合作的传教士戴进贤病故，此后玑衡抚辰仪的设计和制造工作，其主导方向是由何国宗指引的。我国引进西方法度，始于明末清初，到乾隆间已成定局，把西方制度纳入中国传统仪象制作，玑衡抚辰仪是开始，也是结束。

另一方面，玑衡抚辰仪的制作受当时复古思潮的影响，中西参半的做法，如实地反映了当时的历史背景。

(八) 玑衡抚辰仪是以毁坏某些更古老的文物为代价而铸造的。每当人们欣赏这件