

Citation: Liu, Y. Z., L. Zhang, and Z. H. Lian, 2018: Conjugate Gradient Algorithm in the Four-Dimensional Variational Data Assimilation System in GRAPES. *J. Meteor. Res.*, **32**(6): 974-984. doi: 10.1007/s13351-018-8053-2.

中文题目：GRAPES 四维变分同化中的共轭梯度算法研究

作者：刘永柱*, 张林, 连治华

极小化算法是四维变分数据同化（4DVar）中的关键部分。本文针对非静力框架切线性和伴随模式构成的 Hessian 矩阵，研究了基于 Lanczos 迭代的共轭梯度算法（CGA）在 4DVar 极小化中的收敛性问题和应用。首先，研究 Lanczos 向量的 Gram-Schmidt 正交化对 Lanczos 算法收敛性的影响，结果表明在 4DVar 极小化第 9 次迭代后，没有正交化的 Lanczos 算法无法收敛，而进行了 Gram-Schmidt 正交化的 Lanczos 算法收敛稳定。其次，以 GRAPES 全球模式为试验平台，通过 4DVar 的批量循环同化试验，证明了 CGA 算法的收敛性好于准牛顿法，并且计算效率更高。在 CGA 和准牛顿法同化分析结果一致的情况下，CGA 的计算效率比准牛顿方法高 40%。因此，基于 Lanczos 迭代的 CGA 很好地解决了 GRAPES 全球 4DVar 系统中最优化问题。

思维导图或文章结构框图：



