



[荷兰] 基妮·科特拉尔 (V.B.H.(Gini)Ketelaar)

著

景桂凤 王 索 陈重华 陈国忠 侯雨生

译



卫星雷达干涉测量 ——沉降监测技术

Satellite Radar Interferometry
Subsidence Monitoring Techniques



Springer



国防工业出版社
National Defense Industry Press

卫星雷达干涉测量

——沉降监测技术

Satellite Radar Interferometry
Subsidence Monitoring Techniques

[荷兰] 基尼·科特拉尔 (V. B. H. (Gini) Ketelaar) 著
景桂凤 王 索 陈重华 译
陈国忠 侯雨生

国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字:军-2014-204 号

图书在版编目(CIP)数据

卫星雷达干涉测量:沉降监测技术/(荷)科赫拉尔(Ketelaar, V. B. H.)著;景桂凤等译. —北京:国防工业出版社, 2015. 11

书名原文:Satellite Radar Interferometry
Subsidence Monitoring Techniques
ISBN 978-7-118-10449-3

I. ①卫… II. ①科… ②景… III. ①测量雷达—应用—地面沉降—监测—研究 IV. ①P642.26②TN959.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 275358 号

Translation from English language edition:

Satellite Radar Interferometry. Subsidence Monitoring Techniques

by V. B. H. (Gini) Ketelaar

Copyright © 2009 Springer Netherlands

Springer Netherlands is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

本书简体中文版由 Springer 出版社授予国防工业出版社独家出版发行。
版权所有, 侵犯必究。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 插页:10 印张 13½ 字数 245 千字

2015 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 68.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

本书以荷兰格罗宁根地区的地表沉降为案例,从地质学性质分析、质量控制、散射体特性等方面,利用模型和计算论述了卫星 SAR 雷达干涉测量技术在地表测量应用方面的能力。传统上,荷兰一直使用水准测量技术进行地表沉降监测。虽然水准测量也是一项精确可靠的沉降监测技术,但它十分耗费人力和物力,并且沿公路测量还存在一定的安全风险,因此本书引入了卫星雷达干涉测量(InSAR)技术,对该技术在沉降监测方面的应用进行了比较和论证。

本书表面上叙述的是卫星雷达干涉测量技术在地表沉降测量方面的适用性。实际上对 SAR 卫星从空间进行监测的工作原理、识别监测目标的方法、质量控制和可靠性、测量结果的验证,以及进行干涉测量过程中涉及的数学模型和相关计算都进行了详细的描述,从逻辑上证实了 SAR 干涉测量的地表测量能力。最后,通过与传统水准测量得出的结果进行比较,又以实际测量结果有力地验证了 SAR 干涉测量技术的地球观测应用能力。因此,本书是一本详细研究 SAR 卫星的地球观测应用的论著。文中论证了卫星雷达干涉测量技术在地球观测应用方面的潜在能力,为卫星应用领域的多种研究工作都带来了启发。

本书译者初次承担译著翻译,在翻译的过程中遇到了很多挑战。所幸译者在本书翻译过程中得到了上海卫星工程研究所各级领导的支持;同时上海航天技术研究院的於伟民总师,上海交通大学的朱小燕教授给予了建设性意见;还有从事干涉 SAR 研究的学术团队,他们在百忙之中对本书的翻译给出了很多有益的指导意见。在此,译者对他们的大力支持一并表示衷心的感谢!

本书的翻译使译者对干涉 SAR 技术有了比较全面的了解,对地表沉陷的机理、成因和潜在危害有了更深的认识。通过翻译和反复校对,译者针对翻译过程中出现的疑问不断研究琢磨,这一过程不仅大大提高了译者对技术问题的理解力,而且也使译者掌握了更多转译手法的运用技巧,使译者在辛苦付出的同时,收获良多。尽管如此,由于译者的学识和理解存在局限,审校者也各有侧重,翻译中难免有不尽如人意之处,译者愿与读者共勉,欢迎感兴趣的读者批评指正。

译者

2015 年 5 月

自荷兰开始进行油气生产以来,人们就不断采取各种方法测量由此而产生的沉降,沉降监测是荷兰油气公司必须履行的法定义务。荷兰的大多数气田(包括格罗宁根)都由荷兰 B. V(NAM)公司运营。自 20 世纪 60 年代开始,多种沉降测量技术(水准测量,GPS)投入使用。与此同时,人们开始利用一些测地学的评估方法根据测量来预测油气生产引起的沉降。代尔夫特地球观测和空间系统研究所(DEOS)全面参与了这些测量活动。20 世纪 90 年代,雷达干涉测量(InSAR)作为一种形变监测技术得到了发展。但是,格罗宁根地区的情况却不利于测量(时间去相关、乡村地区、大气干扰、大空间范围里的小形变率——若干毫米/年)。2003 年批准通过了“基本雷达干涉测量”计划,促成了一项为期四年的博士学位科研项目以研究 InSAR 在监测油气生产引起沉降时的可行性。

本研究由代尔夫特理工大学和荷兰石油公司 (NAM)、Hanssen 教授 (DEOS, DUT) 的雷达遥感小组和 Lammert Zeijlmaker (NAM) 的近海调研小组联合执行。该项目获得了荷兰经济部下属机构-SenterNovem-的支持。第一类的 2724 计划所用的 SAR 卫星数据由欧空局 (ESA) 提供。

在此,我对我的赞助人 Hanssen 教授和 Teunissen 教授致以真诚的谢意! 同时十分感谢 NAM 的 Lammert Zeijlmaker 先生,是他给了我实地开展这次研究的机会。代尔夫特理工大学和 NAM 都使我感受到了十分愉快、严谨的工作环境。我要特别感谢 Hanssen 教授,他在整个研究期间给予了我莫大的支持,不仅为本书提供了详细的审校,还提出了很多宝贵建议。同时,我也十分感谢 Teunissen 教授和审核组专家 (Klees 教授、Kroonenberg 教授、Rocca 教授、Duquesnoy 博士和 Smit 博士) 为我提出的反馈和指导意见。我还要感谢系列编辑 Freek van der Meer 和斯普林格出版社的 Petra Steenberg 先生,他们将这本书归入《遥感和数字成像处理》系列丛书,为这本书的出版付出了很多辛苦努力。

此外,我还要感谢代尔夫特理工大学雷达遥感小组的全体成员 (包括前成员): Joaquin Munoz Sabater, Freek van Leijen, Petar Marinkovic, Yue Huanyin, Swati Gehlot, Rossen Grebenitcharsky, Zbigniew Perski, Ayman Elawar, Liu Guang, Miguel Caro Cuenca, Mahmut Arikan, Jia Youliang, Frank Kleijer, Gert Jan van Zwieten 和 Shizhuo Liu, 以及正忙于理工硕士毕业项目的 Bianca Cassee, 他们为本研究提供了愉快、有益的工作环境。我还要特别感谢 Freek van Leijen 和 Petar Marinkovic 在我整个博士研究期间给出的开阔的研究思路和启迪人心的探讨,他们的付出使我们更快地在格罗宁根地区获得了沉降监测结果。我同样还要感谢 Bert Kampes 对我诸多问题的及时回复,感谢 Alireza Amiri-Simkooei 在方差分量估计方面的帮助, Roderik Lindenberg 在地质统计学领域的指导, Ria Scholtes 为我们提供的行政支持,以及代尔夫特理工大学数学大地测量学和定位系的全体成员为我们提供的怡人的工作环境。我要感谢 Hans Garlich 和 Joop Gravesteijn 在调节角反射器水准时提供的帮助。此外,我还要感谢 Adriaan Houtenbos 在研究期间给与我的许多实用的提示。回想博士研究之始,我还要感谢 Frank Kenselaar, 在我离校工作四年半后与他取得联系时得到了他的热情回应。在 NAM, Lammert Zeijlmaker 的沉降监测小组以及 Dirk Doornhof 的地质力学小组都给予了我很多有益的问题解答。非常感谢 Simon Schoustra, Wilfred Veldwisch 和 Stefan Kampshoff 的通力合作,并要诚挚地感谢 Onno van der Wal 所做的所有沉降预测。最后,我要感谢我的父母 Gert 和 Marijke, 以及我的兄弟 Joris (封面设计者), 是他们的支持和信任让我不断努力,最终取得了今天的成就。

本书的研究描述了卫星雷达干涉测量(InSAR)用于形变监测(尤其是监测油气生产引起沉降)的适用性。本研究以一般手法论及主题,包括 InSAR 测量技术的精度和可靠性,以及存在多种潜在形变原因时对相关形变信号进行的估计等。本书概述了永久性散射体干涉测量(PSI)理论,并重点研究了参数估计的精确性。

InSAR 形变估计的可靠性评估在实际应用中至关重要,因此我们引入了多轨基准统一程序。本书利用 ERS 和 Envisat 获取图像的时序,综合验证了整个荷兰北部地区和德国部分地区(覆盖大约 15 000km²)所用的方法。书中展示了 PSI 在大范围乡村地区监控若干毫米/年的沉降率时的能力。此外,PSI 的时间观测密度还能增进人们对油气储层状态的了解。本书的读者须具备一定的地球科学知识背景,并对雷达干涉测量的基本概念有所了解。鉴于我们把理论研究成果融入了 InSAR 进行沉降监测的实际使用结果,因此本书的目标读者既包括研究者,也包括业内人士。

对格罗宁根天然气储层的地质学背景和地水准面的沉降预测感兴趣的读者可参考第 2 章中的相关信息。想了解 PSI 的理论背景及其精度、可靠性的读者请参见第 3、4、5 章。对于已具备 PSI 相关知识背景的读者,若想了解 PSI 在监控荷兰地区的天然气开采造成的沉降时的具体应用情况,请参考第 6 章,该章继续探讨了第 5 章中 PSI 形变估计的可靠性评估方法论。对 PSI 在实际监控油气生产造成沉降时的应用情况最感兴趣的读者请参见第 7 章。作为总结,第 8 章探讨了 PSI 对于增进储层状态知识的巨大潜力。

简称和缩写列表

ALD	Azimuth-Look Direction	方位观测向
APS	atmospheric phase screen	大气相位延迟
DEM	Digital Elevation Model	数字高程模型
DIA	Detection Identification Adaptation	探测识别自适应
DOP	Dilution of Precision	误差放大因子
ERS	European Remote Sensing Satellite	欧洲遥感卫星
ESA	European Space Agency	欧空局
Envisat	Environmental Satellite	环境卫星
FFT	Fast Fourier Transform	快速傅里叶变换
GIS	Geographical Information System	地理信息系统
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
ILS	Integer Least-Squares	整数最小二乘
InSAR	Interferometric Synthetic Aperture Radar	干涉测量合成孔径雷达
LAMBDA	Least-squares AMBIGUITY Decorrelation Adjustment	最小二乘模糊数去相关平差
LOS	line of sight	视线
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij B. V.	荷兰石油公司
NAP	Normaal Amsterdams Peil (Dutch vertical reference datum)	荷兰垂直参照基准
OMT	overall model test	整体模型测试
PRF	Pulse Repetition Frequency	脉冲重复频率
PS	Persistent Scatterer	永久散射体
PS1C	Persistent Scatterer candidate 1 st order PS network	备选永久散射体一阶网络
PS1	Accepted Persistent Scatterer 1 st order PS network	接受永久散射体一阶网络
PS2C	Persistent Scatterer candidate 2 nd order PS network	备选永久散射体二阶网络
PS2	Accepted Persistent Scatterer 2 nd order PS network	接受永久散射体二阶网络
PSI	Persistent Scatterer InSAR	永久散射体 InSAR
RADAR	Radio detection and ranging	无线电探测和测距
RD	Stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (Dutch coordinate system)	荷兰坐标系

RSR Range Sampling Rate 距离采样率
SAR Synthetic Aperture Radar 合成孔径雷达
SCR Signal to Clutter Ratio 信号—杂波比
SLC Single Look Complex 单视复
SRTM Shuttle Radar Topography Mission 航天飞机雷达地形学任务
WGS84 World Geodetic System 1984 世界测地系统 1984
cm centimeter 厘米
km kilometer 千米
m meter 米
mm millimeter 毫米
yr year 年

- A design matrix 设计矩阵
 a phase ambiguity 相位模糊数
 $B \perp$ perpendicular baseline 垂直基线
 c_m compaction coefficient 压实系数
 D depth of burial of a nucleus-of-strain 应力核的埋藏深度
 D_a normalized amplitude dispersion 归一化幅度离散
 D_{ij} displacement between PS i and PS j PS i 和 PS j 之间的位移
 $\hat{e}$ vector of least-squares residuals 最小二乘残差矢量
 f_{dc} Doppler centroid frequency 多普勒中心频率
 H reservoir thickness 储层厚度
 $H_{ij}(\text{residual})$ topographic height between PS i and PS j PS i 和 PS j 之间的(剩余)地形高度
 n measurement noise 测量噪声
 p reservoir pressure 储层压力
 Q_k cofactor matrix for variance component estimation 方差分量估计的余因子矩阵
 Q_y variance-covariance matrix of the observations 观测的方差-协方差矩阵
 r radial distance from the vertical axis through the nucleus-of-strain 贯穿垂直轴和应力核的径向距离
 SCR Signal-to-Clutter ratio 信号-杂波比
 s model imperfections 模型缺陷
 T temporal baseline 时间基线
 T_q teststatistic with q degrees of freedom 具有 q 自由度的检验统计量
 u_r horizontal (radial) displacement at ground level 地面水平的水平(径向)位移
 u_z vertical displacement at ground level 地面水平的垂直位移
 V volume of a nucleus-of-strain 应变核体积
 v_{ij} displacement rate between PS i and PS j PS i 和 PS j 之间的位移
 v_{sat} satellite velocity 卫星速度
 W matrix that constructs double-difference observations 构建二重差分观测的 W -矩阵

- x vector of unknown parameters 未知参数矢量
- y vector of observations 观测矢量
- ξ_{ij} sub-pixel position in azimuth direction between PS i and PS j PS i 和 PS j 之间方位向的亚像素位置
- η_{ij} slant-range sub-pixel position between PS i and PS j PS i 和 PS j 之间斜距的亚像素位置
- η, ξ range and azimuth radar coordinates 距离和方位雷达坐标
- ε_z vertical strain 垂直应力
- ν Poisson's ratio 泊松比
- γ phase coherence (in time) 相位相干
- γ m stack coherence for master m 主图像 m 的序列相干
- $\hat{\sigma}$ variance component estimator 方差分量估计程序
- θ incidence angle 入射角
- $\underline{\psi}$ phase observation in a single SAR scene 单个 SAR 图像景的相位观测
- φ (标明了缠绕或解缠的) 相位观测 phase observation (wrapped or unwrapped is indicated)
- φ_{ij}^k double-difference phase observation for the k th interferometric combination 第 k 个干涉图像对的二重差分相位观测

20 世纪 60 年代,荷兰东北部开始进行油气生产时引起了地面水平的沉降,人们定期实施水准测量对沉降进行了评估。虽然水准测量是一项精确可靠的沉降监测技术,但它十分耗费人力和物力,并且沿公路测量还存在一定的安全风险。因此,本书对卫星雷达干涉测量(InSAR)在沉降监测方面的应用进行了研究,同时 InSAR 观测频率还将使之具有更高的储层动态监测能力。本书的研究重点是格罗宁根气田,分布直径约 30km,位于地表以下大约 3km 处。应用 InSAR 进行格罗宁根地区沉降监测主要有几种复杂影响因素,它们包括因农业特点引起的不同时间上的地表变化(时间去相关)、大气干扰,以及广大空间范围上的低沉降率(小于 1cm/年)。为此,我们对永久散射体干涉技术(PSI)的应用进行了研究。PSI 利用在时间上具有相干相位行为的对象对形变和其他相位影响进行评估。由于沉降监测周期长于一颗卫星的服役寿命(5~10 年),因此需要使用多个传感器:ERS-1、ERS-2 和 Envisat 进行阶段性接力观测。

本书对郊区出现的永久散射体(PS)以及 PSI 形变评估精度都进行了研究。PS 密度从乡村地区的每平方千米 0~10PS 到城市区域的每平方千米超过 100PS 不等。格罗宁根沉降区大约 80%的面积上都覆盖了每平方千米至少一个的 PS。PSI 用于监测油气生产引起沉降的质量评估工作主要包括两个部分:测量技术的精度和可靠性,形变估计与相关形变信号(理想化精度)的关联。应用独立的水准测量,PSI 随机模型已经在受控角反射器试验中得到了验证。ERS-2 和 Envisat 二重差分位移的预测精度分别是 3.0mm 和 1.6mm(1σ)。Envisat 和 σ 水准测量二重差分位移之间的相关系数是 0.94。格罗宁根地区自然 PS(地貌中的对象)的位移精度变化从城市区域的小于等于 3mm 到郊区的 3~7mm(1σ)不等。郊区中两个相邻 PS 之间的距离更大。

研究人员只观测到了 PS 的分数相,而相位的整周数未知。由于公式中纳入的整数模糊数未知,所以预测过程中不存在冗余。因此,在对两个 PS 间形成的一个单弧进行参数预测时不能对异常值和模型误差执行测试程序。不过,在假设模糊度分辨率成功率为 1 的情况下,研究人员对 PSI 数学模型中缺陷的影响进行了评估。方位向亚像素位置的不精确性能够在 PS 位移率(速度)评估中引起每年大约 0.5mm 的额外误差。随机轨道误差在径向和切向分别具有 5cm 和 8cm 的标准偏差时,能够在远、近距离之间引起高达约 1mm/年的速度误差。

根据随机模型,研究人员对方差分量的估计(VCE)的概率进行了研究。此外,研究人员还提出了一种参考独立质量的方法,即误差放大因子。

如果数值为 1 的成功率不能得到保证,研究人员还开发了一个多轨基准统一程序来执行可靠性评估。多轨基准统一使用的是一些交叠的独立路径,这些路径重复观测同一个形变信号。格罗宁根沉降凹陷由六个 ERS 路径(相邻路径和交叉路径)执行(部分)观测。完成基准连接后,附近 70% 的多轨 PS 群的 PS 速度估计标准偏差都小于 1mm/年。此外,研究人员还利用多轨形变测量将变形沿观测视线分解成一些垂直的和水平的运动。

油气生产引起的沉降可能会受到其他形变体系的影响,如地基不稳定性 and 浅层压实作用。通过利用物理 PS 特性,并通过使用关于相关形变信号空时特性的先验知识,相关形变信号估计的理想化精度可以提高。为提高理想化精度而进行的 PS 特征基于这样的假设:来自于(地基稳固的)建筑物的直接反射是评估深层地下位移引起形变的最适合的目标。研究人员利用 PS 高度、Envisat 交叉极化观测和随观测几何角度变化的 PS 反射模式选择代表来自高位目标的直接反射的 PS。两个区域的案例研究表明,PS 选择完成后出现了一个向更低数量级速度预测发展的变化,但这个变化并不大(小于 0.5mm/年)。在一个区域大多数建筑的地基建造都很稳固的前提下,由于油气生产引起的沉降是非常常见的形变体系,所以可以根据基于空间相关性选择出来的 PS 对沉降进行预测。建议对所有沉降区域中存在的这种情况进行评估。

考虑两种测量技术的精度,研究人员对根据 PSI 和水准测量活动做出的形变估计进行了交叉验证。两种技术的位移率之间的相关性系数是 0.94,与受控角反射器实验中的位移相关性系数(0.94)相当,同时也与根据反复水准测量活动得出的位移估计相关性系数(0.94~0.97)很相近。此外,时空密度可用于监测储层动态,例如 PSI 捕获到的因地下储气造成的地表隆起。由此可得出结论,无论是单独使用,还是在特殊情况下结合使用应用频率已大大减少的水准测量活动或 GPS,PSI 都已达到了进行实际应用的成熟度,能够(在个别情况下)监视荷兰北部仅因天然气开采造成的沉降。

第1章 引言	1
1.1 背景	1
1.2 研究目标	2
1.3 概要	4
在线摘要	5
第2章 荷兰国内因油气产生引起的沉降	6
2.1 地理背景	6
2.2 应用水准测量进行的沉降监测	13
2.3 大地形变监测	15
2.4 结论	21
在线摘要	22
第3章 永久散射体 InSAR	23
3.1 干涉测量处理	23
3.2 永久散射体选择	28
3.3 永久散射体相位观测	33
3.4 PSI 估计	35
3.5 结论	41
在线摘要	41
第4章 质量控制	42
4.1 PSI 精度和可靠性	42
4.2 函数模型缺陷的影响	43
4.3 随机模型中的缺陷	49
4.4 测量精度	55
4.5 执行形变监测的理想化精度	63
4.6 结论	75

在线摘要	77
第 5 章 多轨 PSI	78
5.1 单轨基准统一.....	79
5.2 多轨基准统一.....	80
5.3 分解视线形变.....	89
5.4 结论.....	91
在线摘要	91
第 6 章 格罗宁根地区的 PSI 沉降监视	92
6.1 InSAR 处理策略.....	92
6.2 ERS 和 Envisat PSI 结果	101
6.3 质量控制	106
6.4 多轨分析	116
6.5 形变监测的理想化精度	121
6.6 结论	135
在线摘要.....	136
第 7 章 交叉验证和作业执行	137
7.1 精度和时空观测频率	137
7.2 比较 PSI 和水准测量的形变估计	148
7.3 测地学测量技术的整合	159
7.4 结论	162
在线摘要.....	163
第 8 章 探论未来的沉降监测	164
8.1 精度和可靠性	164
8.2 形变体系的分离	166
8.3 PSI 和储层动态	167
8.4 未来的沉降监测	173
在线摘要.....	174
第 9 章 结论和建议	175
9.1 结论	175
9.2 建议	180
在线摘要.....	181

附录 1 研究区域定位 182

附录 2 PSI 和水准测量位移分布图 183

 A2.1 PSI(路径 380,487)以及水准测量(自由网平差) 183

 A2.2 PSI(路径 380,487)以及水准测量(SuMo 分析) 184

参考文献 191

1

引言

自 20 世纪 60 年代始,荷兰各大气田油田开始投产。其中最大的就是格罗宁根气田,其厚度达 100~200m,直径约有 30km(NAM,2005)。自开采天然气伊始,气藏储集层不断发生压实作用。到 2003 年,已引起多达 24.5cm 的地面水平沉降(Schoustra, 2004)。在荷兰,测量因天然气和石油开采造成的沉降是一项法定义务,目的是能够在必要时针对沉降采取环境保护措施。Waddenzee(瓦登海)是一个受保护的海洋湿地区(NAM, 2006)。2007 年 2 月,在 Waddenzee 地下开始进行天然气生产时人们就强调了油气生产的环境影响。为了避免对生态系统造成不良影响,我们在本书中给出了进行“近实时”沉降监测的条件。这些研发工作强调了测地沉降监测技术的重要性,这些技术能够定期提供大地测量学观测结果及其不确定性限度的信息。

1.1 背景

荷兰的地面水平运动定期用水准测量方法进行测量(de Heus et al., 1994; Schoustra, 2004)。根据精确水准测量获得的测量高度差优于 $1\text{mm}/\sqrt{\text{km}}$ (de Bruijne et al., 2005)。由于水准测量技术具有悠久的历史,我们对误差分配十分清楚。同时,水准测量网络在设计上通常结合一些冗余观测,能够有效进行测试并去除错误测量。

尽管水准测量是沉降监视方面使用的一项成熟技术,但它的缺点也十分突出:该技术需要的工作强度大、成本高。而且,由于测量工作必须沿着繁忙的马路进行,它还使沉降监测工作具有一定的安全风险。因此,自 20 世纪 90 年代卫星雷达干涉测量(InSAR)发展成为一种测量技术以来,我们研究了应用该技术进行沉降监测的可行性。目前,多种雷达卫星都已投入运行,例如,欧空局(ESA)的欧洲遥感卫星(ERS-1 和 ERS-2)能够每隔 35 天对一个 $100\text{km} \times 100\text{km}$ 的区域获取 SAR 图像。相对于水准测量,InSAR 具有很高的时间和空间观测分辨率,应该能够帮助我们获得关于变形机制的更加深入的认识。

InSAR 利用两次雷达获取之间的相位差观测来估计地表形变。除了相关的