安岳石窟圆觉洞保护研究

Conservation and Research for Yuanjuedong of Anyue Grottos

四川省文物局
德国慕尼黑工业大学　编著
成都文物考古研究所

Edited by
Sichuan Cultural Relics Administration
Technische Universität München,
Federal Republic of Germany
Chengdu Institute of Archaeology

科学出版社

安岳石窟圆觉洞保护研究

Conservation and Research for Yuanjuedong of Anyue Grottos

四川省文物局
德国慕尼黑工业大学　编著
成都文物考古研究所

Edited by
Sichuan Cultural Relics Administration
Technische Universität München,
Federal Republic of Germany
Chengdu Institute of Archaeology

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是四川省安岳石窟圆觉洞保护研究报告，涵盖四川省各家参与单位以及中国文化遗产研究院的研究成果，也包括德国巴伐利亚州各家参与单位和海德堡科学院的研究成果；涉及地质勘查、材料科学和建筑工程学等自然学科，历史考古和艺术研究等人文学科；既有文物保护科学的基础研究，也有防治对策和修复工艺的实践指导。

本书可供文物考古工作者、文物保护科技工作者、考古学专业师生以及文物保护专业师生参考、借鉴。

图书在版编目（CIP）数据

安岳石窟圆觉洞保护研究 / 四川省文物局，德国慕尼黑工业大学，成都文物考古研究所编著. —北京：科学出版社，2015. 2

ISBN 978-7-03-043373-2

Ⅰ. ①安… Ⅱ. ①四… ②德… ③成… Ⅲ. ①石窟—文物保护—研究—安岳县 Ⅳ. ①K879. 294

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第031219号

责任编辑：王光明 / 责任校对：邹慧卿

责任印制：肖 兴 / 书籍设计：北京美光设计制版有限公司

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

北京华联印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年2月第 一 版 开本：889×1194 1/16

2015年2月第一次印刷 印张：15 1/2 插页：1

字数：446 000

定价：268.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

中德文物保护合作研究项目
Chinese-German Cooperation Research Project in Cultural Heritage Conservation

主　编
王琼 / Erwin Emmerling

副主编
濮新 / 王毅 / Mathias Kocher / 韦荃

编　委
蒋成 / 李明斌 / 傅成金 / 贺晓东 / 雷玉华 / 高静 / 赵洲
林春美 / Felix Horn / 杨盛 / 汤诗伟

顾　问
马家郁 / 朱小南 / 王金华 / 雷德侯 / 康厚雄

Editor-in-chief
Wang Qiong / Erwin Emmerling

Executive Editor-in-chief
Pu Xin / Wang Yi / Mathias Kocher / Wei Quan

Editorial Board
Jiang Cheng / Li Mingbin / Fu Chengjin / He Xiaodong / Lei Yuhua
Gao Jing / Zhao Zhou / Lin Chunmei / Felix Horn
Yang Sheng / Tang Shiwei

Academic Advisory Board
Ma Jiayu / Zhu Xiaonan / Wang Jinhua / Lothar Ledderose
Kang Houxiong

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

序 一
Preface

安岳石窟，被誉为“我国古代雕刻的伟大宝库”。圆觉洞位于安岳县城东南的云居山，因北宋时期在此开凿的石窟中雕刻有十二圆觉造像而得名，2006 年 5 月被国务院公布为全国重点文物保护单位。

安岳圆觉洞依山就势，沿山体开窟造像，与当地山体景观、周边田园风光巧妙结合，和谐共存，形成独特的石窟艺术景观。其雕塑的题材丰富，类型多样，雕刻手法精致细腻，造型写实生动，形体比例准确，布局构成既讲求宏伟、大气，又注重均衡、对称，显示出精湛艺术水平，给人以震撼的艺术感受。安岳石窟圆觉洞的开凿反映出，中国石窟文化由中原北方地区向南方传播发展，并在安岳地区发展成熟，与世界文化遗产大足石刻共同创造了中国石刻艺术后期的辉煌。

在 2006 年召开的中德文物保护科技合作指导委员会第十一次会议中，中德双方同意拓展合作领域，将四川安岳石窟保护研究纳入新的合作项目。同年，国家文物局批复同意中德双方科研单位合作开展安岳石窟保护前期研究。自 2007 年始，由四川省文物局指派，四川地区文物保护科技人员与安岳石窟项目德方课题组一道，多次赴安岳圆觉洞石刻区实地联合开展科研工作。

值得一提的是，安岳圆觉洞石刻区的三维测绘和病害调查工作完成于 2008 年“5.12”地震之前。地震之后，德方课题组再次对石刻区进行了三维测绘，并向中方课题组交付了完整的高精度三维数据，为石刻区新的危岩体的调查提供了基础数据。在项目后期，德方参与单位慕尼黑工业大学利用先进三维打印技术制作出石刻区高仿真的三维模型，赠给四川省文物局，后转送给安岳县文物管理局，供科研使用。德方还利用高精度的三维数据模型，为圆觉洞石刻区的保护性龛檐设施贡献创意想法，提供了多套设计方案。

七年多来，中德两国有多家文博单位参与了该项目，该研究报告正是这些单位的研究成果的总结。该研究报告不仅涵盖四川省各家参与单位以及中国文化遗产研究院的研究成果，而且包括德国巴伐利亚州各家参与单位和海德堡科学院的研究成果；不仅涉及地质勘查、材料科学和建筑工程学等自然学科，而且涉及历史考古和艺术研究等人文学科；不仅有文物保护科学的基础研究，而且有防治对策和修复工

艺的实践指导。这本研究报告体现出四川安岳石窟保护研究项目是一个国际化大协作、各专业相互配合和理论联系实际的文物保护项目。

让人欣慰的是，德国专家和四川省内专家多次长时间到圆觉洞现场开展文物保护工作，为安岳县当地培养了石质文物科学保护人才。德国专家严谨的工作态度和科学规范的修复工艺，给我们留下了深刻的印象，值得我们认真学习。同时，四川省专业人员在专业方面的突出表现也得到了德方专家的首肯。德方还邀请四川省科研人员前往慕尼黑工业大学进行培训学习、会议交流，既增益了四川省科研人员的知识水平，也增进了各国文物保护学者对四川安岳石窟的认识了解。

四川省是石窟大省，四川石窟的造像丰富，分布广，雕刻精美，艺术价值高，在全国来看，都属罕见。四川省安岳石窟、巴中石窟、广元千佛岩等石窟类国家重点文物保护单位有20多处。我希望这本研究报告中的成果能够从“点”保护变为“线”、“片”保护，为安岳石窟片区下一步的保护工作提供科学的依据和指导，进一步加快专业技术成果转化的步伐，促使四川文物保护水平整体提升。我期待着更多的可喜成果，特此作序。

四川省文化厅副厅长

王琼

2014年6月

序　二
Vorwort

Der vorliegende Forschungsbericht dokumentiert die gemeinsam von chinesischen und deutschen Wissenschaftlern erarbeiteten Untersuchungen und die gleichfalls in enger Kooperation durchgeführten Konservierungsarbeiten an der Grottenanlage Yuanjuedong (Provinz Sichuan) in der Volksrepublik China in den Jahren 2007 bis 2013. Besonderer Dank gebührt dabei den Mitarbeitern des Denkmalamts der Provinz Sichuan der Volksrepublik China, die nicht nur den Zugang zu dieser herausragenden buddhistischen Anlage ermöglichten sondern auch über Jahre hinweg zuverlässige und kompetente Partner waren und in jeder Hinsicht die gemeinsamen Forschungsarbeiten förderten. Auf chinesischer Seite wurden von dieser Institution nicht nur alle organisatorischen und formalen Voraussetzungen geschaffen, in einem erheblichen Umfang wurden auch finanzielle Ressourcen zur Verfügung gestellt. Auf deutscher Seite förderte das Bundesministerium für Bildung und Forschung die gemeinsamen Arbeiten über Jahre hinweg großzügig und ermöglichte damit überhaupt erst die Zusammenarbeit. Beiden Institutionen darf im Namen aller am Projekt beteiligter Wissenschaftler herzlicher Dank ausgesprochen werden.

这本研究报告记载 2007 ～ 2013 年中德两国多学科专家学者在中国四川省圆觉洞石刻区密切合作保护的研究成果。这里要特别感谢中国四川省文物局的同仁对于项目的支持，正是他们提供了精美的佛教石刻作为研究对象，全方位地促进双方的合作研究，多年来他们一直都是我们可靠并富有实力的合作伙伴。在中方，四川省文物局不仅完成了项目在川开展期间的所有组织工作，提供了政策上的保障，而且承担了一定程度的财政经费。在德方，德国联邦教育研究部多年来对项目给予了慷慨的资助，使得合作成为可能。在此谨以所有参与安岳石窟项目的合作者的名义向上述两个单位表达由衷的谢忱。

In den sieben Jahren der Projektlaufzeit fanden zehn Untersuchungs-und Arbeitskampagnen vor Ort statt, ferner erfolgten weitere zahlreiche gemeinsame Studien in den Labors der Technischen Universität in München und in Anyue. Die umfassenden Studien begannen mit der Dokumentation und Aufnahme des Ist Zustandes über die

Erstellung eines 3-D Modells des Hügels, der petrographischen Bestimmung der Gesteine und der Auswahl von geeigneten Steinfestigungsmitteln, der Anlage von Musterflächen bis hin zur abschließenden Festigungsmaßnahme der Grotte Nr. 10. Der interdisziplinäre Ansatz des Vorhabens (Geistes-, Natur- und Ingenieurwissenschaften) brachte unterschiedlichste Arbeitsgruppen aus den verschiedensten Disziplinen zusammen. Neben kultur- und kunsthistorischen Untersuchungen erfolgten geologische Geländeaufnahmen, petrographische Gesteinsuntersuchungen, die biologische Bestimmung der Fauna und Flora sowie vermessungstechnische Arbeiten mit der 3 D-Modellierung der Grotte Nr. 10. Diese Studien bildeten die Grundlage für die Konzeption und Entwicklung alternativer Vorschläge für Schutzbauten sowohl durch deutsche als auch chinesische Architekten.

在为期 7 年的项目合作中，共开展了 10 项研究课题和现场保护工作，在德国慕尼黑工业大学实验室和安岳还进行了大量的试验研究合作。研究工作全面展开，从对现状进行记录建档开始，到创建圆觉洞石刻区三维模型，对岩石进行岩相鉴定，筛选岩石加固剂，再到建立试验区并接着对 10 号龛采取加固保护措施。中德双方通过跨学科的研究方式组成了不同学科的课题组，包括人文科学、自然科学和工程学等。除了文化史和艺术史研究，还进行了地质地貌勘查、岩石岩相学调查、动植物群的生物种属鉴定以及测绘，并制作了 10 号龛的三维模型。在这些研究的基础上，由德国和中国的建筑师团队提出了石刻区保护性建筑结构的设计和实施方案。

Die Mehrzahl der buddhistischen Grottenanlagen war ursprünglich und über Jahrhunderte hinweg mit oft hölzernen Vorbauten bzw. Hallen versehen. Diese Hallen dienten nicht nur dem Kult sondern schützten entscheidend die empfindlichen Steinoberflächen der aus dem Fels geschlagenen Figuren und deren Polychromie. Viele dieser Vorbauten wurden in den vergangenen Jahrzehnten entfernt und die empfindlichen Steinoberflächen waren der direkten Verwitterung ausgesetzt. Es war eines der entscheidenden Anliegen und schließlich auch eines der bemerkenswertesten Ergebnisse unserer gemeinsamen Arbeit, dass heute in der Volksrepublik China die Bedeutung geeigneter Vorbauten nicht nur wieder in das Bewusstsein gelangt ist sondern auch an inzwischen zahlreichen Stellen geeignete Schutzbauten teils in historisierenden, teils in moderner Form errichtet werden und so eine dauerhafte und nachhaltige Sicherung der Steinoberflächen und oft auch der zeitgleichen Ausmalung der Nischen und die Bemalung der Skulpturen sicherstellen.

大多数佛教石窟建成时，都有多为木质的窟檐结构或前殿建筑，这种状态持续了数百年。这些窟前建筑不仅出于宗教瞻礼的需要，而且起着保护敏感的石质雕像表面及彩绘的重要作用。在过去的几十年里，许多这些窟前建筑都被拆除，使得岩体表面直接受到风化。有一点是我们在合作中甚为关切的，这也是后来我们合作的最突出的成果之一，即当前在中国，人们不仅意识到适宜的窟前建筑的重要性，而且此间在许多地方都建了适当的仿古或现代形式的保护性窟前建筑，这些建筑可以长期持续地保护石质文物表面以及大量大多开凿于同一时代的窟龛及石窟造像上的彩绘。

Das über Jahrzehnte in Deutschland erarbeitete Wissen um Gesteinsverwitterung und darauf aufbauend das Wissen um geeignete Konservierungsverfahren konnte exemplarisch auch bei den Gesteinen der Region Anyue modifiziert angewandt und methodisch und konzeptionell beispielhaft umgesetzt werden—in der Provinz Sichuan konnte so erstmals ein dem internationalen Standard entsprechendes Steinkonservierungsprogramm an buddhistischen Grotten umgesetzt werden—auch unter Beachtung der Vorgaben der zentralen Denkmalbehörden in Peking und unter Berücksichtigung der einschlägigen Forderungen der UNESCO bzw. von ICOMOS.

数十年来，在对岩石风化机理的认识上，在研发相应的保护方法上，德国皆积累了大量的经验，本次合作将这些知识与经验做了改进，应用在安岳地区石质文物的保护上，从方法和保护理念来看都具有典范意义。这是四川省采用国际通行标准来保护佛教石窟的一次重要实践。这次实践按照中国国家文物局制定的相关规范进行，并且参照联合国教科文组织以及国际古迹遗址理事会的相关要求。

Wir freuen uns auf weitere gemeinsame Forschungsarbeiten zum Erhalt der Denkmäler in der Provinz Sichuan.

我们期待着在四川省为保护其他文物古迹而进一步开展联合研究。

Prof. Erwin Emmerling（埃尔文 • 艾默林教授）
Technische Universität München（慕尼黑工业大学）

2014 年 6 月

（中文翻译：陈钢林）

致词
Grusswort

Das Deutsch-Chinesische Projekt zur Konservierung der kunsthistorisch bedeutenden buddhistischen Grottenanlage in Anyue ist ein herausragendes Beispiel enger und vertrauensvoller wissenschaftlicher Zusammenarbeit zwischen unseren beiden Ländern. Nach zahlreichen gemeinsamen Untersuchungs-und Arbeitskampagnen der beteiligten Wissenschaftler konnte das Projekt nach 6-jähriger Dauer mit einer letzten Arbeitskampagne vor Ort in Anyue im Mai 2013 erfolgreich abgeschlossen werden. Es ist mir eine Ehre, an dieser Stelle allen Beteiligten am Projekt Anyue auch seitens des Generalkonsulats der Bundesrepublik Deutschland in Chengdu Anerkennung und Glückwünsche zu ihrer erfolgreichen Zusammenarbeit aussprechen zu dürfen.

德中携手对在美术史上具有重要意义的安岳佛教石窟进行抢救性保护，是两国在科学领域互信合作的成功范例。两国参与项目的专家多次联合考察并实施分阶段保护，随着 2013 年 5 月在安岳的最后阶段实地工作的完成，该项目在历时六年之后圆满完工。在此，我谨荣幸地代表德意志联邦共和国驻成都总领事馆，对所有参与安岳项目成员的卓有成效的合作表示祝贺。

Ermöglicht wurde das Projekt durch die großzügige Unterstützung des Staatsministeriums für Kulturgüterschutz bzw. des Denkmalamtes der Provinz Sichuan auf chinesischer Seite sowie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung auf der deutschen Seite. Dabei freue ich mich besonders, daß deutscherseits nicht nur materielle Unterstützung, sondern vor allem auch in langjähriger Arbeit entwickeltes spezielles Fachwissen um Prozesse der Gesteinsverwitterung und dafür geeignete Konservierungsverfahren in das gemeinsame Projekt eingebracht werden konnten. Die vorliegende Dokumentation über das Projekt und seine Ergebnisse vermittelt einen auch für den Laien eindrucksvollen Einblick in die Komplexität der Aufgabe, die nur durch die Beteiligung von Wissenschaftlern zahlreicher verschiedener Disziplinen bewältigt werden konnte.

该项目的完成，得力于中国国家文物局、四川省文物局和德国联邦教研部的大力支持。让我尤为欣喜的是，德国方面不仅仅提供了物质上的帮助，更是将其在长期实践中总结出的应对岩石风化的专业知识以及相应的保护措施应用到这个合作项目中。有关这个项目的文献和科研成果甚至能够让外行对于整个任务的复杂性有深刻的了解。这个复杂的任务，是通过来自众多不同领域专家的共同努力，才得以完成的。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

Dieses Projekt besitzt zudem in mehrfacher Hinsicht Modellcharakter. Das gilt z.B. für die Vorbauten, die als Teil des Projekts zum Schutz für einzelne Nischen und die darin befindlichen Skulpturen entwickelt worden sind und in ähnlicher Form inzwischen auch anderswo errichtet werden. Zum anderen ist mit diesem, erstmalig an einer buddhistischen Grottenanlage in Sichuan umgesetzten Steinkonservierungsprojekt nach internationalem Standard ein Modell für ähnliche Konservierungsvorhaben in China und andernorts geschaffen worden.

这个项目在很多方面都具有示范性。例如，为保护单个佛龛及其内部造像设计檐式结构，其类似设计逐渐应用到其他项目。此外，这是在四川佛教石窟保护中按照国际标准实施的一次石质文物保护项目，从而对中国乃至其他国家类似保护项目起到示范作用。

Eine Besonderheit dieses Gemeinschaftsprojekts ist ferner, daß seine Ergebnisse nicht nur für die wissenschaftliche Fachwelt von Bedeutung sind. Ich gehe davon aus, daß die Grotten von Anyue als Ergebnis dieser deutsch-chinesischen Zusammenarbeit noch mehr als bisher zu einem besonderen Anziehungspunkt für Besucher aus China und aller Welt werden.

这一合作项目的特殊性还在于，项目成果不仅仅对专业科学领域具有重大意义。我认为，作为德中合作的成果，安岳石窟将对来自中国乃至全世界的游客产生前所未有的吸引力。

Im Laufe der Arbeiten an diesem Projekt sind zwischen den beteiligten Stellen in beiden Ländern und vor allem auch zwischen den Fachwissenschaftlern beider Seiten enge und freundschaftliche Beziehungen entstanden. Ich würde mich freuen, wenn dies dazu führen würde, daß der Austausch, der mit dem Projekt Anyue so erfolgreich begonnen hat, sich fortentwickelt und weitere Früchte trägt.

在项目实施过程中，两国参与合作的所有机构尤其是双方的科研工作者之间产生了深厚的友谊。我期待，由安岳石窟保护项目引发的双边交往会因此得到促进，并催生出更为丰硕的成果。

Dr. Gerold Amelung
Generalkonsul der Bundesrepublik Deutschland in Chengdu
德意志联邦共和国驻成都总领事安介儒博士
2014 年 10 月

目 录

序一
序二
致词

第一章　中德合作安岳石窟保护研究项目简介……1

第二章　圆觉洞石刻区历史背景和艺术研究……17
一、圆觉洞的年代与造像内容……18
二、圆觉洞的宋代造像研究……33
三、圆觉洞 10 号龛造像研究……45

第三章　圆觉洞石刻区环境地质条件及岩体工程特性……67
一、环境地质条件……68
二、岩体工程特性……83

第四章　圆觉洞石刻区病害调查及形成机理……93
一、圆觉洞石刻区病害调查……94
二、病害形成机理及影响因素分析……129

第五章　圆觉洞石刻区保护修复材料及工艺研究……135
一、圆觉洞石刻区防风化加固保护研究……136
二、圆觉洞石刻区砂浆类修复材料研究……159
三、圆觉洞石刻区生物风化及防治方法研究……180

第六章　圆觉洞石刻区三维测绘及窟檐设计实例……187
一、圆觉洞石刻区三维测绘及建模……188
二、圆觉洞石刻区保护性窟檐设计实例……195

大事记……231
编后记……233

Contents

Preface

Vorwort

Grusswort

Chapter I Introduction of Chinese-German Cooperation in Anyue Grottos Conservation Research Project 1

Chapter II Historical Background and Art Research of Yuanjuedong Grottos 17

Section 1 The Periods and Sculptures of Yuanjuedong Grottos 18

Section 2 Research on Song-Dynasty Sculptures of Yuanjuedong Grottos 33

Section 3 Sculpture Research of Cave No.10 of Yuanjuedong Grottos 45

Chapter III Environmental Geological Condition and Rock Engineering Properties of Yuanjuedong Grottos 67

Section 1 Environmental Geological Condition 68

Section 2 Rock Engineering Properties 83

Chapter IV Disease Investigation and Forming Mechanism of Yuanjuedong Grottos 93

Section 1 Disease Investigation of Yuanjuedong Grottos 94

Section 2 Analysis of Disease Forming Mechanism and Influencing Factors 129

Chapter V Consolidation Materials and Treatment Technology of Yuanjuedong Grottos 135

Section 1 Studies on reinforcement of resisting weathering of Yuanjuedong Grottos 136

Section 2 Examination of stone consolidation materials for Yuanjuedong Grottos 159

Section 3 Studies on biological weathering issue and its treatment of Yuanjuedong Grottos 180

Chapter VI 3D Scanning and Frontal Buildings Design Examples of Yuanjuedong Grottos 187

Section 1 3D laser scanning and modeling of Yuanjuedong Grottos 188

Section 2 Protective cave canopy design examples of Yuanjuedong Grottos 195

Dates and Events 231

Epilogue 233

第一章 Chapter I

中德合作安岳石窟保护研究项目简介*

Introduction of Chinese-German Cooperation in Anyue Grottos Conservation Research Project

* 编者按：为便于中德双方专家学者查阅本书，特将科赫（Mathias Kocher）博士关于中德合作项目简介的德文原文（Einführung "Deutsch-Chinesische Zusammenarbeit im Kulturgüterschutz"-Das Anyue Projekt）编辑于此。本章中文内容在编译德文原文基础上增加了中方工作简报内容。

项目简介
Einführung

2006 年 2 月，中德文物保护科技合作指导委员会第十一次会议在西安召开。中德双方同意拓展合作领域，探讨新的课题。位于中国西南地区的四川省安岳县城（图 1-1、图 1-2）在地图上是两座大都市成都和重庆之间的一个不起眼的小圈。该区域分布有大量的红砂岩和深褐色黏土，也给这个地区带来了一个名称——红色盆地。这里分布着多处精美非凡的石刻，这些极具中国特色的石刻对研究中国的艺术史的发展有着重要的意义。

Im Februar 2006 wurde in der 11. Lenkungsausschusssitzung in Xi'an die Ausweitung der bisherigen Forschungen auf landesweit ausgewählte Denkmäler der VR China beschlossen. In Süd-West China, in der Provinz Sichuan(Abb.1-1) und im Gebiet von Chongqing, befinden sich eine Vielzahl von außergewöhnlichen Steinskulpturen, die für die Entwicklung der chinesischen Bildhauerei und Kunstgeschichte von herausragender Bedeutung und in ganz China einzigartig sind. Der Bezirk Anyue mit seiner Bezirkshauptstadt gleichen Namens ist ein nahezu unbekannter kleiner Kreis, der in der Mitte zwischen den beiden metropolen Chengdu (Provinzhauptstadt von Sichuan) und Chongqing (Hauptstadt des gleichnamigen Stadtbezirkes) liegt(Abb.1-2) . Der anstehende rötliche Sandstein und die schweren braunen Lehmböden der Region haben der Gegend ihren Namen gegeben–das Rote Becken.

图 1-1　四川省位于中国西南地区
Abb. 1-1　Die Provinz Sichuan in Süd-West China

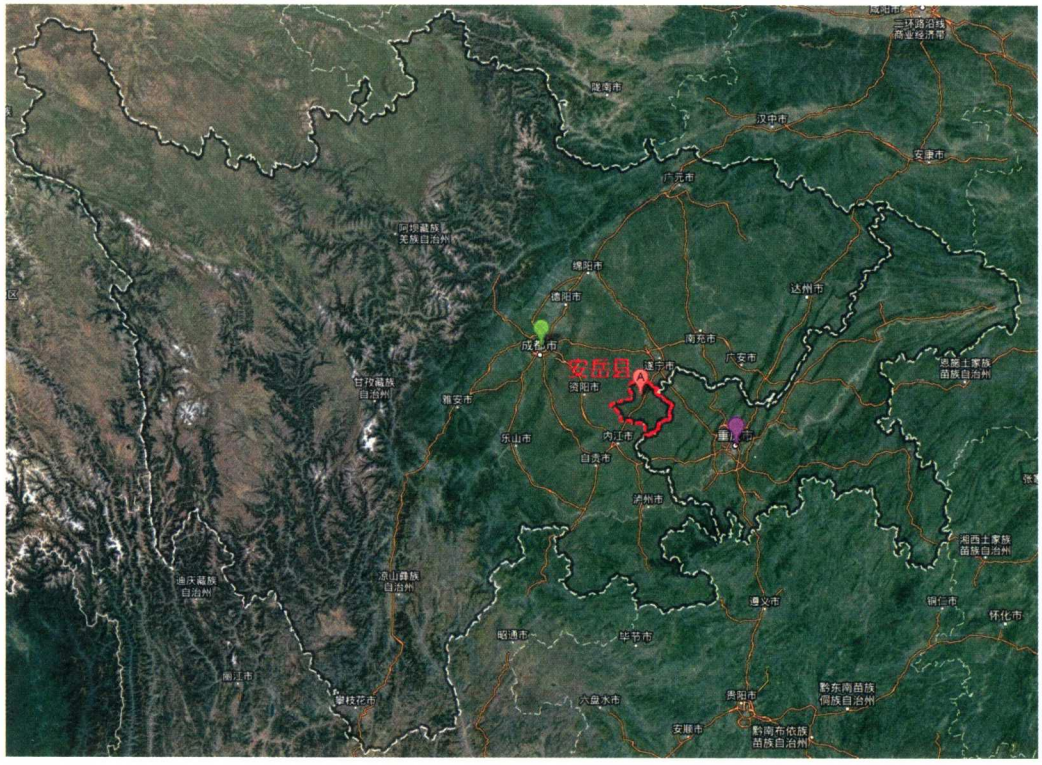

图 1–2　位于四川盆地的安岳县城
Abb. 1-2　Das Rote Becken mit der Stadt Anyue

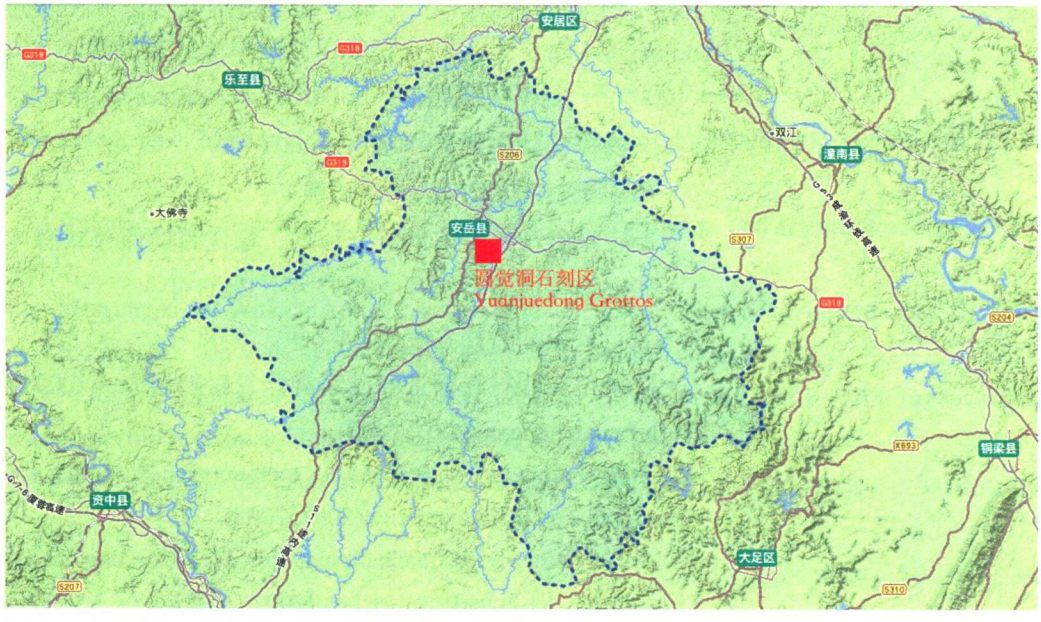

图 1–3　圆觉洞石刻区位于安岳县城东南 2km 之云居山
Abb. 1-3　Die Yuanjuedong Grottenanlage liegt ca. zwei km südöstlich der Stadt Anyue, am Mount Yunju

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com