专题 岩石显微图像

藏南日喀则弧前盆地白垩纪陆源碎屑岩显微图像数据集

张艺秋[1]，安慰[2*]，胡修棉[1]

1. 南京大学地球科学与工程学院，南京 210023
2. 合肥工业大学资源与环境工程学院，合肥 230009

摘要：藏南拉萨地体南缘发育白垩纪日喀则弧前盆地，记录了新特提斯洋向拉萨地体的北向俯冲。日喀则弧前盆地以碎屑岩为主，夹少量泥灰岩、灰岩等，由下向上依次沉积了冲堆组、桑祖岗组、昂仁组、帕达那组、曲贝亚组，并于印度–亚洲大陆初始碰撞启动后沉积了曲下组和加拉孜组。由于保存完整、露头较好，该盆地得到了国内外地学界的广泛关注。尽管如此，目前能够公开查阅的盆地内基础岩石学数据仍比较有限，以至于大量岩石学工作被重复开展。因此，本数据集选取冲堆组、昂仁组、帕达那组 3 套白垩纪碎屑岩地层共计 191 个岩石薄片，使用偏光显微镜对其进行了图像采集，以便更好地共享和利用这些基础地质数据。本文所选择的岩石样品包括 5 块泥页岩、2 块粉砂岩、158 块砂岩、11 块砾岩、7 块砾石、7 块硅质岩、1 块火山碎屑岩。此外，本数据集还收录了这些岩石样品所在的 10 条地层剖面的详细信息。除了为基础地质学研究提供原始资料外，本数据集也可应用于人工智能识别在内的跨学科合作研究。

关键词：藏南；日喀则弧前盆地；白垩纪；碎屑岩；岩石薄片；偏光显微图像

数据库（集）基本信息简介

数据库（集）名称	藏南日喀则弧前盆地白垩纪陆源碎屑岩显微图像数据集
数据作者	张艺秋，安慰，胡修棉
数据通信作者	安慰（anwei@hfut.edu.cn）
数据时间范围	岩石样品采集地层的时代为白垩纪（约120–75 Ma）；岩石样品采集的时间为2009–2010年；岩石薄片偏光显微照片拍摄于2020年。
地理区域	样品所在剖面，在行政区划上位于中国西藏自治区日喀则地区；在地貌上位于青藏高原南缘，雅鲁藏布江缝合带和冈底斯山脉之间。GPS 范围：86°34′27.0″E–89°03′39.8″E；29°08′03.6″N–29°27′30.5″N。
偏光显微镜分辨率	4908×3264像素
数据量	8.90 GB
数据格式	*.png，*.jpg，*.xls
数据服务系统网址	http://www.dx.doi.org/10.11922/sciencedb.j00001.00088
基金项目	国家杰出青年基金项目（41525007）；面上基金项目（41972106）。

ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N

文献 DOI：
10.11922/csdata.2020.0064.zh
数据 DOI：
10.11922/sciencedb.j00001.00088
文献分类：地球科学

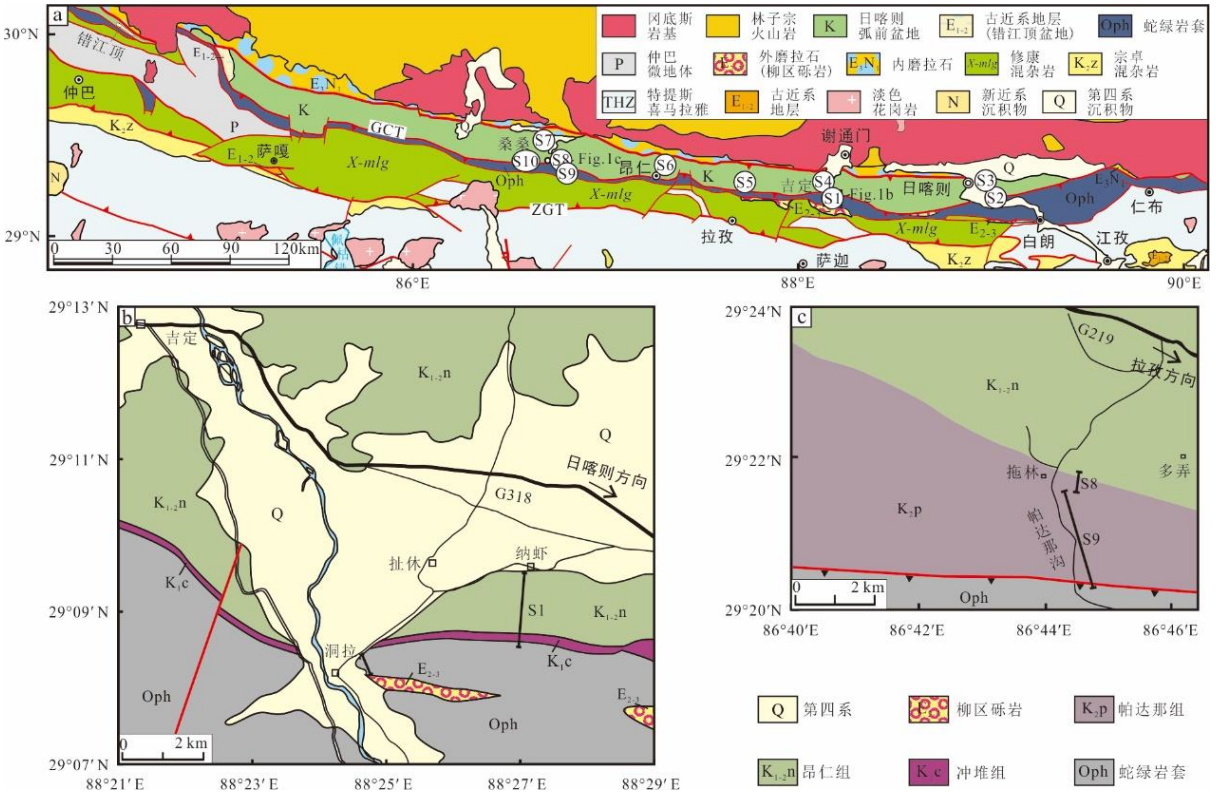
收稿日期：2020-07-12
开放同评：2020-07-29
录用日期：2020-09-01
发表日期：2020-09-16

* 论文通信作者
安慰：anwei@hfut.edu.cn

数据库（集）组成	本数据集解压后共含4个数据文件，分别为：(1) 岩石薄片偏光显微图像集（png格式），共含388张薄片照片，数据量8.81GB；(2) 实测剖面柱状图（jpg格式），展示了3条实测剖面的地层岩性、厚度、时代及样品位置，数据量6.99 MB；(3) 剖面野外照片数据文件（jpg格式），包括12张照片，展示了9条实测剖面的野外宏观特征，数据量78 MB；(4) 薄片鉴定信息表（excel格式），包含191块岩石薄片的基本信息以及镜下显微特征等鉴定结果，数据量37.4 KB。

引　言

新特提斯洋的北向俯冲及随后的印度–亚洲大陆碰撞导致了青藏高原的全面抬升，期间在拉萨地体南缘沉积了大量白垩纪以来的地层。其中，藏南日喀则–仲巴地区的日喀则弧前盆地（图 1）形成于新特提斯洋向拉萨地体俯冲的构造背景下，是拉萨地体剥蚀产物的主要沉积场所，直接记录了拉萨地体白垩纪的地貌演化和新特提斯洋的俯冲过程[1-2]。



a.日喀则弧前盆地及邻区地质简图（修改自[3]），GCT-大反转断裂；ZGT-仲巴江孜断裂，S1-S10 为本文采样剖面的具体位置；b. S1 剖面地质图；c. S8 和 S9 剖面地质图

图 1　日喀则弧前盆地及部分剖面地质简图

日喀则弧前盆地由下向上依次沉积了冲堆组、桑祖岗组、昂仁组、帕达那组及曲贝亚组，印度–亚洲大陆碰撞时弧前盆地演变为同碰撞盆地，接受曲下组和加拉孜组沉积[4-5]。日喀则弧前盆地以日喀则蛇绿岩为基底[6-7]，之上直接沉积了冲堆组硅质岩（Aptian 期[8]）及少量凝灰岩（约 119–113 Ma[7]）；之后，弧前盆地开始接受大量的陆源碎屑形成深水海底扇相、陆棚相、三角洲–河流相的向上变浅的沉积序列并表现出复杂的物源变化趋势[4,6,9-11]。约 113–99 Ma，弧前盆地的碎屑物质主要来自冈底斯岩浆弧的白垩纪组分，少量可能来自中拉萨地体或南拉萨地体的早期地层[6,10]；约 99–88 Ma，弧前

盆地的碎屑物质几乎全部来自冈底斯岩浆弧，由早期的白垩纪组分扩展至侏罗纪组分[6]；约 88–76 Ma，弧前盆地中中拉萨地体的碎屑物质大量增加，表明存在连接中拉萨至弧前盆地的古水系[6,10]。此外，日喀则地区和仲巴地区[10]的研究表明弧前盆地东西部碎屑物质存在较大差异，盆地侧向上可能存在不同的供给水系。

这些研究表明，日喀则弧前盆地保存了大洋俯冲所形成的完整地层，记录了大量新特提斯洋消亡、拉萨地体抬升剥蚀历史及古地理面貌的关键信息。因而，该盆地是研究新特提斯洋消亡、青藏高原在印度–亚洲大陆碰撞之前形成过程及抬升历史的重要研究对象之一，同时也是研究弧前盆地这一盆地类型的理想地区之一。

因此，日喀则弧前盆地日益受到大家的关注，越来越多的学者参与到相关研究中来。但是至今为止，该盆地能够公开查阅的基础岩相学研究资料十分缺乏，相关显微图像数据也很少以完整的形式记录在学术作品中。已发表的研究论文通常仅仅展示少数与研究问题和讨论部分相关的典型岩石薄片显微图像[6,10-11]，其他研究人员获取具体测量剖面名称及其他采样信息的过程存在诸多不便。岩石薄片显微图像是基础岩相学研究的原始材料，但目前仅有少部分薄片基本信息得以共享，一些不必要的资源浪费现象在地学科研界十分普遍，往往地学领域其他方向的相关研究，需要耗费大量的人力与物力进行重复调研，对同一地区甚至同一剖面展开一些基础的野外岩石学工作，因而研究人员的效率难以提高。

基于前述问题，本文针对日喀则弧前盆地碎屑沉积为主的地层单元，选取其中 10 条实测地质剖面，系统梳理了共计 191 块碎屑岩薄片的显微图像数据，将进行过系统岩石学工作的剖面、样品基础信息等大量未公开发表数据，与对该地区或该部分样品感兴趣的地学界同仁共享。本数据集岩石薄片所涉及的 10 条地质剖面具体的 GPS 坐标、地层单元、各个剖面所含的岩石薄片等基本信息展示如下（表 1）。图 2 为日喀则弧前盆地综合柱状图，图中注明了部分样品的采样位置。

表 1　日喀则弧前盆地实测剖面信息表

时代	群/组名	图中剖面代号	剖面名称	坐标纬度（N）	坐标经度（E）	薄片数量
晚白垩世	帕达那组	S10	昂仁县–米嘎剖面	29°22′36.1″	86°34′27.0″	7
		S9	昂仁县–帕达那II剖面	29°21′32.4″	86°44′13.6″	49
		S8	昂仁县–帕达那I剖面	29°21′47.8″	86°44′30.8″	13
早–晚白垩世	昂仁组	S7	昂仁县–桑桑剖面	29°27′30.5″	86°47′51.3″	34
		S6	昂仁县–昂仁组剖面	29°16′51.1″	87°11′55.6″	15
		S5	拉孜县–昂仁组剖面	29°14′20.5″	87°44′48.9″	12
		S4	日喀则市–吉定剖面	29°18′08.0″	88°24′55.7″	7
		S3	日喀则市–日喀则剖面	29°18′07.0″	89°03′07.3″	16
早白垩世	冲堆组	S2	日喀则市–群让西山剖面	29°08′47.5″	89°02′10.5″	11
		S1	日喀则市–纳虾剖面	29°08′03.6″	88°26′39.4″	27

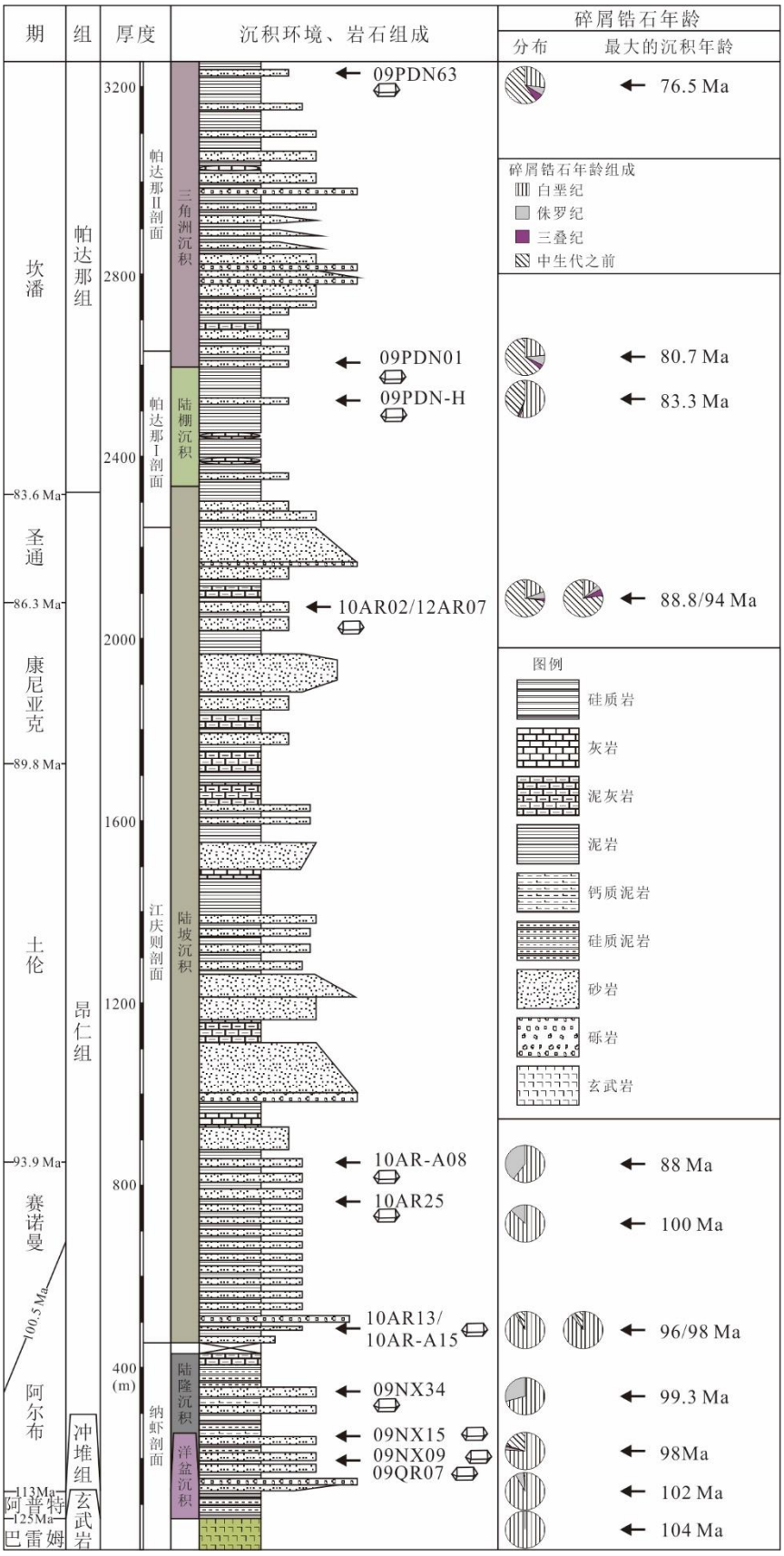


图 2　日喀则弧前盆地综合柱状图（修改自[6]）

1 数据采集和处理方法

确定初步的科学问题后，围绕相关科学假设，在系统文献调研和野外踏勘的基础上，对极具代表性的地层剖面进行实测。对剖面进行详细描述并系统采样，层位划分、沉积特征等原始数据在野外通过观测直接获取并记录在册。

野外采集的全部岩石样品，被统一送至河北省廊坊诚信地质服务有限公司进行标准化薄片磨制，样品被处理为 0.03 mm 的光学岩石薄片。按照《岩石显微图像专题》的标准对全部薄片进行显微图像拍摄。系统采集岩石显微图像的基础上，依据《岩石显微图像专题》对薄片的相关信息进行收集，薄片描述和相关碎屑岩定名均依据专题规定的标准[12]。

2 数据样本描述

本数据集共包含 4 个组成部分，分别是薄片显微照片文件夹、实测剖面柱状图文件夹（S1、S8 及 S9 剖面）、剖面野外照片文件夹（S1–S2 与 S4–S10 剖面）及薄片鉴定信息表格。这些组成部分可以通过表 1 的实测剖面代号和薄片样品号，相互串联为完整的数据库，以供使用人员进行查询。

2.1 薄片显微照片文件夹

薄片显微照片文件夹共收录 191 块岩石薄片的 388 张偏光显微照片。其中，每块岩石薄片至少具有同一视域的单偏光显微照片和正交显微照片各一张。显微照片所呈颜色被控制在与显微镜下的肉眼观察基本一致，右下角嵌入白底红字的线段比例尺。本数据集对显微照片统一采用 4908×3264 像素的最高分辨率，放大倍数以图像中颗粒清晰且能识别为选择依据，视域内一般具有 30–80 颗碎屑颗粒。显微照片一律以 PNG 格式保存。

显微图像采用统一方式进行编号，格式遵循“薄片编号”+“m”+“拍摄视域的数字序号”+“单偏光符号-或正交光符号+”的规则[15]。以样品号为 09PDN12 的岩石薄片为例，其第一个视域拍摄的单偏光图像和正交图像分别保存为 09PDN12m1-，09PDN12m1+（图 3）。若第一视域的代表性不足，选取第二个视域再次记录显微图像，分别保存为“样品号 m2-”，“样品号 m2+”。

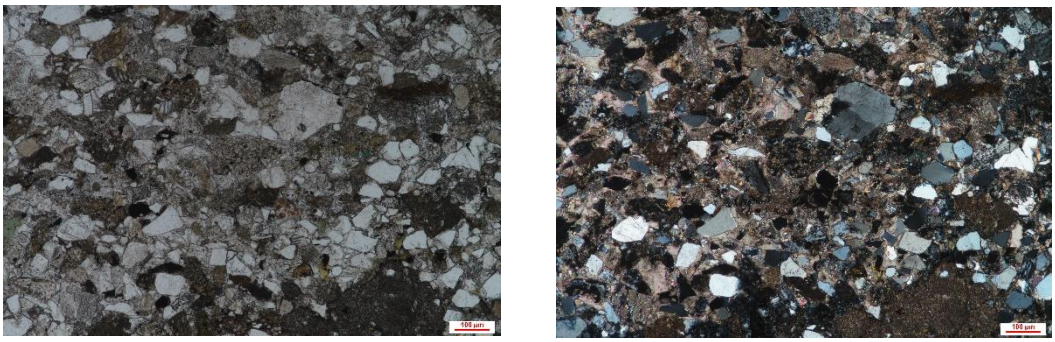


图 3　09PDN12 石英岩屑砂岩单偏光（左）和正交光（右）显微镜下的图像

2.2 实测剖面柱状图文件夹

实测剖面柱状图文件夹中所有图片为 JPG 格式，展示了表 1 中 S1、S8 和 S9 剖面的基本信息，包括剖面位置、各地层厚度情况及相应的样品位置信息等（图 4）。

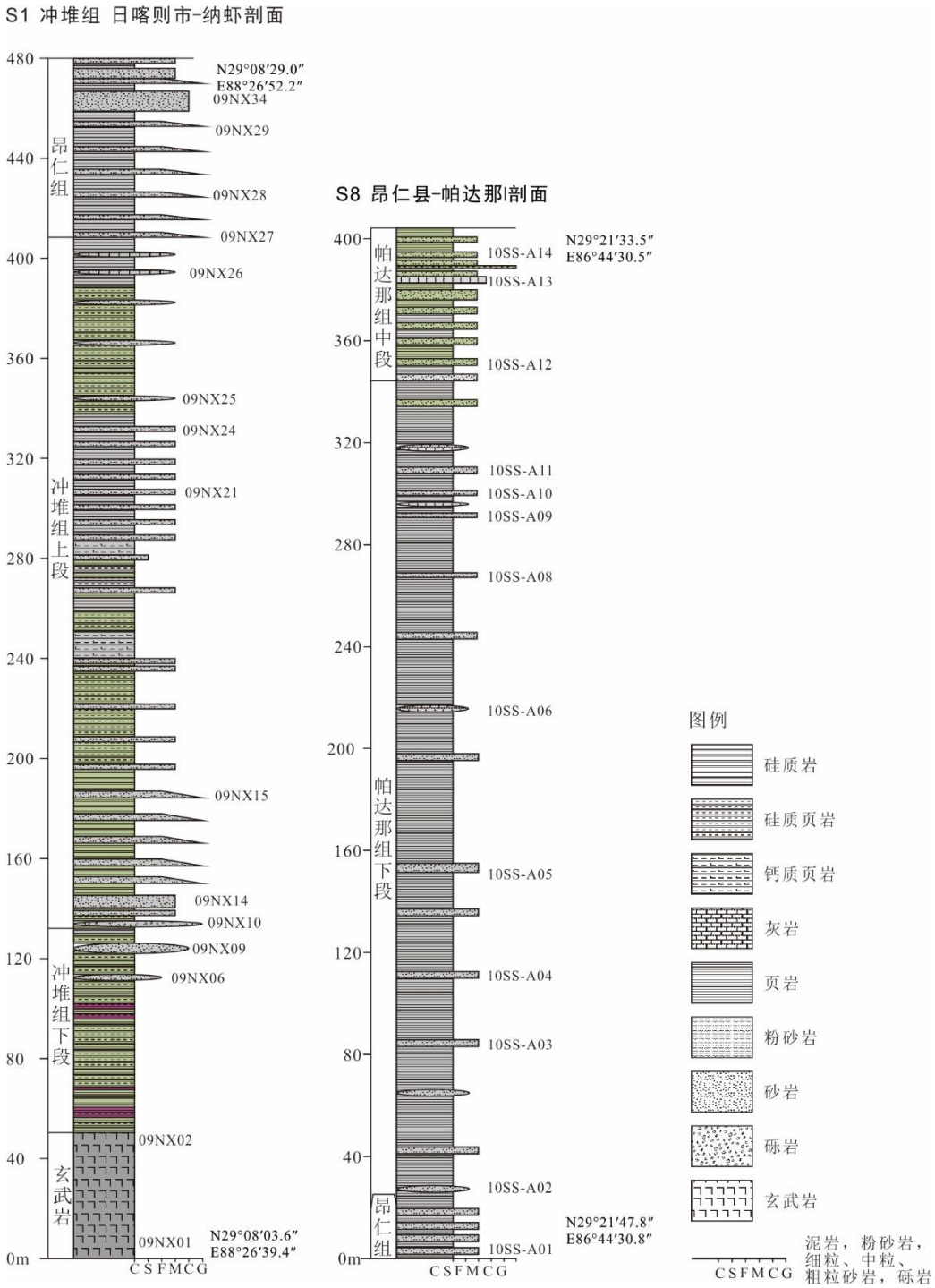


图 4　冲堆组 S1 与帕达那组 S8 剖面实测岩性柱状图（含剖面位置及相关剖面上的样品信息）

2.3　剖面野外照片文件夹

剖面野外照片文件夹包括了 9 条实测剖面（除 S3 外）的野外照片（JPG 格式），共计 12 张照片（如图 5）。各照片文件以“剖面代号 地层单元名称＋剖面名称”的格式进行命名，使用者可据此了解剖面的整体情况，建立初步的宏观认识，也可根据野外照片和薄片鉴定信息表等精确剖面具体位置和样品层位，以便开展相关野外工作和进一步研究。



图 5　日喀则市东南纳虾剖面（S1）野外照片

2.4　薄片鉴定信息表

薄片鉴定信息表为 1 张碎屑岩鉴定表格，表格内主要包含了以上所述的 10 条测量剖面 S1–S10 中泥页岩、粉砂岩、砂岩、砾岩、砾石、硅质岩和火山碎屑岩等岩石薄片的基本信息和镜下显微特征等。

薄片鉴定结果如表 2 所示，共计 191 块岩石样品：5 个泥页岩以页岩为主，兼有泥岩；2 个粉砂岩样品均为钙质粉砂岩；158 块砂岩样品以石英岩屑砂岩为主，兼有部分长石岩屑砂岩、岩屑石英砂岩和少许岩屑砂岩；11 个砾岩以灰质砾岩为主，含玄武质角砾岩和玄武质砾岩；7 块砾石样品中玄武质砾石最多，兼有灰岩类、石英岩屑砂岩和火成岩砾石；7 个硅质岩中，除 1 块硅质岩基质外，均为硅质岩；还包含 1 块火山碎屑岩，为凝灰岩。因为本数据集只记录拉萨地体南部日喀则弧前盆地陆源碎屑岩信息，并未考虑火成岩和灰岩等其他岩石类型的样品。

表 2　数据集包含岩石类型及其岩性信息汇总表

岩类	数量	岩石类型及数量
泥页岩	5	泥岩 1、页岩 4
粉砂岩	2	钙质粉砂岩 2
砂岩	158	岩屑砂岩 2、石英岩屑砂岩 129、长石岩屑砂岩 14、岩屑石英砂岩 13
砾岩	11	灰质砾岩 9、玄武质砾岩 1、玄武质角砾岩 1
砾石	7	灰岩类 1、石英岩屑砂岩 1、玄武质 4、火成岩 1
硅质岩	7	硅质岩基质 1、硅质岩 6
火山碎屑岩	1	凝灰岩 1

3　数据质量控制和评估

本数据集记录并提供了各岩石薄片采样点的坐标。由于野外工作时岩石薄片的取样密度较大，

少数岩石薄片采样时的具体坐标位置并未纳入数据集，仅对其所在剖面区段的起始坐标进行了记录。但数据集提供了部分剖面野外照片和实测剖面柱状图，可结合不同地层单元、层位之间的明显差异，利用地层厚度和重要标志层等限制信息在野外进行寻找。

本数据集收录的岩石薄片样本均符合国家与国际标准的厚度。薄片厚度 0.03 mm。在本次显微照片拍摄和薄片鉴定过程中，同一批次的岩石薄片中石英颗粒的干涉色均观察为一级干涉色。

镜下照片拍摄过程中，对显微镜连接的拍摄软件采取自动曝光和自动白平衡，尽量使肉眼观察和系统照片颜色保持一致。在分辨率方面，统一采用拍照系统的最高值，分辨率为 4908×3264 像素，图片统一保存为 png 格式。显微照片的质量与清晰度在上述手段下保证可靠，高清且无色差。

4 数据价值

本数据集显微图像包含的碎屑岩，包括了从陆隆位置的深水海底扇相到三角洲–河流相的连续演化序列，碎屑颗粒来自冈底斯岩浆弧和中拉萨地体，具备多样的沉积环境以及变化的物源区。同时，这批数据记录了新特提斯洋俯冲起始至印度–亚洲大陆初始碰撞、拉萨地体的逐步抬升剥蚀等诸多重要的地质过程，所蕴含的地质意义与科学价值仍待进一步开发。

除了在基础地质学领域的利用价值外，本数据集还可用于指导社会生产。在建筑石材的寻找、修路石料的就近筛选、矿产勘探等社会生产实践中，都可以发挥重要作用。此外，薄片照片中显示的典型深海相–海陆过渡相–陆相沉积显微特征，在专业教学和大众科普领域内都有极大的潜在应用空间。

最后，这批高清显微图像集还可以与人工智能技术相结合，作为机器学习的样本对象，为图像验证和特征抓取、识别的训练提供丰富素材，为将来实现岩石薄片的人工智能鉴定提供可能。个别具有独特美学价值的显微图像还可作为艺术鉴赏及广告宣传的素材，将岩石薄片镜下的精彩图像呈现给更多地学领域外的非专业人士。

5 数据使用方法和建议

本数据集数据形式简单，在使用时需要注意以下几点：

（1）数据集中所有出现的薄片，目前都集中统一保存在南京大学胡修棉教授课题组。如果以上数据集中提供的显微照片或其他信息不能满足进一步的研究需要，可以联系本文作者申请进一步使用这些薄片并获取相关数据。

（2）基于本数据集薄片的鉴定结果，已经有一系列沉积地质学研究和相关解释，在公开发表的学术论文[6]中均可以查阅，使用者可以自行下载并阅读相关文献。

（3）若单纯出于使用图像数据集的需求，直接下载并使用数据库即可；但值得注意的是，若需要进一步对地学相关的具体科学问题展开研究，则需结合数据信息表中所提供的地理位置，并结合岩石形成时的特定地质时代及构造背景来展开分析。

致 谢

感谢赖文博士在论文撰写中提供的帮助；感谢王建刚、郭荣华等在野外剖面实测和样品采集中的贡献。

数据作者分工职责

张艺秋（1998—），女，湖南省怀化市人，本科生，研究方向为沉积地质学。主要承担工作：薄片拍照、薄片鉴定、数据整理、论文撰写。

安慰（1988—），女，安徽省阜阳市人，博士，讲师，研究方向为大地构造沉积学。主要承担工作：野外剖面实测、样品采集、论文撰写。

胡修棉（1974—），男，江西省南昌市人，博士，教授，研究方向为沉积学。主要承担工作：野外计划设计、数据集的设计、论文撰写。

参考文献

[1] EINSELE G, LIU B, DÜRR S, et al. The Xigaze forearc basin: evolution and facies architecture (Cretaceous, Tibet)[J]. Sedimentary Geology, 1994, 90(1): 1-32

[2] 王成善, 刘志飞. 西藏日喀则弧前盆地与雅鲁藏布江缝合带[J]. 青藏高原地质研究系列丛书. 北京: 地质出版社, 1999.

[3] 潘桂棠, 丁俊, 姚东生, 等. 1:150 万青藏高原及邻区地质图[M]. 成都: 成都地图出版社, 2004.

[4] WANG C, LI X, LIU Z, et al. Revision of the Cretaceous–Paleogene stratigraphic framework, facies architecture and provenance of the Xigaze forearc basin along the Yarlung Zangbo suture zone[J]. Gondwana Research, 2012, 22(2): 415-433.

[5] HU X, WANG J, BOUDAGHER-FADEL M, et al. New insights into the timing of the India – Asia collision from the Paleogene Quxia and Jialazi formations of the Xigaze forearc basin, South Tibet[J]. Gondwana Research, 2016, 32: 76-92.

[6] AN W, HU X, GARZANTI E, et al. Xigaze forearc basin revisited (South Tibet): Provenance changes and origin of the Xigaze Ophiolite[J]. Geological Society of America Bulletin, 2014, 126(11-12): 1595-1613.

[7] WANG J, HU X, GARZANTI E, et al. The birth of the Xigaze forearc basin in southern Tibet[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2017, 465: 38-47.

[8] ZIABREV S V, AITCHISON J C, ABRAJEVITCH A V, et al. Precise radiolarian age constraints on the timing of ophiolite generation and sedimentation in the Dazhuqu terrane, Yarlung-Tsangpo suture zone, Tibet[J]. Journal of the Geological Society, 2003, 160: 591-599.

[9] WU F Y, JI W Q, LIU C Z, et al. Detrital zircon U–Pb and Hf isotopic data from the Xigaze fore-arc basin: Constraints on Transhimalayan magmatic evolution in southern Tibet[J]. Chemical Geology, 2010, 271(1–2): 13-25.

[10] ORME D A, CARRAPA B, KAPP P. Sedimentology, provenance and geochronology of the upper Cretaceous-lower Eocene western Xigaze forearc basin, southern Tibet[J]. Basin Research, 2015, 27(4): 387-411.

[11] ORME D A, LASKOWSKI A K. Basin Analysis of the Albian–Santonian Xigaze Forearc, Lazi Region, South-Central Tibet[J]. Journal of Sedimentary Research, 2016, 86(8): 894-913.

[12] 胡修棉, 赖文, 许艺炜, 等. 沉积岩显微数字图像数据的获取与信息收集标准[J/OL]. 中国科学数据, 2020. (2020-03-02). DOI: 10.11922/csdata.2020.0008.zh.

论文引用格式

张艺秋，安慰，胡修棉. 藏南日喀则弧前盆地白垩纪陆源碎屑岩显微图像数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2020, 5(3). (2020-09-14). DOI: 10.11922/csdata.2020.0064.zh.

数据引用格式

张艺秋，安慰，胡修棉. 藏南日喀则弧前盆地白垩纪陆源碎屑岩显微图像数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2020. (2020-07-29). DOI: 10.11922/sciencedb.j00001.00088.

A photomicrograph dataset of Cretaceous siliciclastic rocks from Xigaze Forearc basin, southern Tibet

Zhang Yiqiu[1], An Wei[2*], Hu Xiumian[1]

1. School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210023, P.R. China

2. School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, P.R. China

Email: anwei@hfut.edu.cn

Abstract: Developed along the southern margin of the Lhasa terrane, the Cretaceous Xigaze forearc basin in southern Tibet records the northward subduction of the Neo-Tethys to the Lhasa terrane. The Xigaze forearc basin consists of mainly siliciclastic rocks interbedded with minor marls and limestone, dividable into Chongdui, Sangzugang, Ngamring, Padana, Qubeiya, Quxia and Jialazi formations, the latter two of which were deposited later during an initial India-Asia collision. While the forearc basin has been well-studied over the decades for its intact preservation and good exposure, petrological data are far from accessible which resulted in repetitive petrological studies. This dataset includes polarized microphotograph of a total of 191 Cretaceous clastic rock sections from the Chongdui, Ngamring and Padana formations, covering 5 shale sections, 2 siltstone sections, 158 sandstone sections, 11 conglomerate sections, 7 gravel sections, 7 siliceous rock sections and 1 pyroclastic rock section. For more effective petrological data sharing, the dataset also comprises detailed information of the 10 stratigraphic sections where these sections were sampled. It provides petrological data for basic geological research, as well as other interdisciplinary research, such as artificial intelligence recognition.

Keywords: Southern Tibet; Xigaze forearc basin; Cretaceous; siliciclastic rocks; thin section; polarized photomicrograph

Dataset Profile

Title	A photomicrograph dataset of Cretaceous siliciclastic rocks from Xigaze Forearc basin, southern Tibet
Data corresponding author	An Wei (anwei@hfut.edu.cn)
Data authors	Zhang Yiqiu, An Wei, Hu Xiumian
Time range	The samples are attributed to the stratigraphic age of Cretaceous (about 120 to 75 Ma). Rock samples were collected during 2009 – 2010 and polarized photomicrographs of the thin sections were taken in 2020.
Geographical scope	The sections are located in the Xigaze area of southern Tibet, between the Gangdese mountain to the north and the Yarlung-Zangbo ophiolite to the south. Longitude & latitude: 86°34′27.0″E – 89°03′39.8″E; 29°08′03.6″N – 29°27′30.5″N.
Polarized microscope resolution	4908*3264 pixels
Data volume	8.90 GB
Data format	*.png, *.jpg, *.xls
Data service system	<http://www.dx.doi.org/10.11922/sciencedb.j00001.00088>
Source of funding	National Natural Science Foundation for Distinguished Young Scholars of China (Grant No. 41525007); National Natural Science Foundation of China (Grant No. 41972106).
Dataset composition	The dataset contains four data files, which are: (1) polarized microscope image set (png format) of the rock thin sections, which contains 388 photos of the thin sections, with data volume of 8.81GB; (2) measured stratigraphic columns (jpg format), storing data on the lithology, thickness, age and samples of the three measured sections, with data volume of 6.99MB; (3) field photo data file (jpg format), including 12 photos showing the field macro characteristics of 9 measured sections and the basic characteristics of outcrops, with a data volume of 78 MB; (4) thin section identification information table (excel format), including basic information of 191 rock thin sections and their microscopic characteristics identified therefrom, with a data volume of 37.4 KB.