

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—202X

古脊椎动物化石发掘与修复装架技术规程

Code of practice for excavation, preparation, reconstruction and mounting of
vertebrate fossils

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 总则	4
5 工作流程	5
6 化石发掘	6
7 化石修理	9
8 化石复原装架	11
9 化石评价及成果汇交	14
附录 A（资料性） 工具和材料	16
附录 B（资料性） 发掘方案编制提纲	17
附录 C（资料性） 发掘与修复装架工作流程	18
附录 D（资料性） 化石发掘方法	19
附录 E（资料性） 化石发掘用表	21
附录 F（资料性） 化石修理用表	23
附录 G（资料性） 化石修理方法	24
附录 H（资料性） 化石复原装架用表	26
附录 I（资料性） 化石复原装架方法	28
附录 J（规范性） 重点保护古脊椎动物化石分级表	32
附录 K（资料性） 成果报告编制提纲	33

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》起草。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本文件起草单位：重庆市地质矿产勘查开发局208水文地质工程地质队（重庆市地质灾害防治工程勘查设计院）、中国地质博物馆、重庆市规划和自然资源局、重庆市地质调查院、自贡恐龙博物馆、甘肃农业大学、北京大学、南京古生物博物馆、禄丰市恐龙化石保护研究中心。

本文件起草人：余海东、代辉、王丽霞、谭超、魏光飏、余颖、韩列松、龙奎、熊璨、胡旭峰、彭光照、李大庆、江山、王荀仟、肖明、林雨、张玉清、胡海虔、魏墨英、刘峰、江大勇、王永栋、王涛、唐治路、董枝明。

古脊椎动物化石发掘与修复装架技术规程

1 范围

本文件规定了古脊椎动物化石发掘与修复装架的目的任务、基本原则、基本要求、化石发掘、化石修理、化石复原装架、化石评价及成果汇交等内容。

本文件主要适用于两栖类、爬行类、哺乳类化石发掘与修复装架。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 6722 爆破安全规程
 GB 50021 岩土工程勘察规范
 GB 50330 建筑边坡工程技术规范
 GB 55018 工程测量通用规范
 GB/T 9776 建筑石膏
 GB/T 10114 县以下行政区划代码编制规则
 GB/T 17669.3 建筑石膏 力学性能的测定
 CB/Z 180 船用玻璃纤维增强塑料制品手糊成型工艺
 DZ/T 0273 地质资料汇交规范
 HG/T 2765.5 硅胶试验
 JGJ 18 钢筋焊接及验收规程
 JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
 JGJ 109 钢筋锥螺纹接头技术规程
 TD/T 1031.1 土地复垦方案编制规程 第1部分：通则
 T/CSEB 0011 露天爆破工程技术设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

古脊椎动物化石 vertebrate fossils

地质历史时期形成并赋存于地层中的脊椎动物遗体、遗迹或遗物。

注：本文件所指的古脊椎动物化石不包括与人类活动有关的第四纪古脊椎动物化石。

3.2

关联化石 articulated fossils

按生物骨骼的相对位置保存在一起的实体化石。

3.3

化石发掘 fossil excavation

使用机械设备或工具，在一定工作面上挖掘古生物化石的活动。

3.4

化石层 fossil layer

含有古生物化石的岩（土）层。

3.5

化石保护层 protective layer of fossils

在化石发掘（3.3）过程中，为保护化石安全，以化石层（3.4）顶板为下界，按一定保护厚度划分的岩（土）层。

3.6

化石覆盖层 covering layer of fossils

化石保护层上覆的所有岩（土）层。

3.7

化石修理 fossil preparation

去除化石表面围岩（土），露出化石原始形态，并根据需要对其进行粘接、加固的工作。

注：化石修理方法包括机械修理方法和化学修理方法。

3.8

机械修理方法 mechanical methods for fossil preparation

利用物理手段剥离围岩（土）的修理方法。

注：常用物理手段有凿击、切割、敲打、雕刻等。

3.9

化学修理方法 chemical methods for fossil preparation

根据化石与围岩（土）成分不同，采用不同的化学试剂溶解围岩（土）而保留化石的修理方法。

3.10

化石复原 fossil reconstruction

根据化石形态特征，用适当材料制作出化石的缺失或变形部分，还原化石完整形态和表面纹理的工作。

3.11

化石样模 fossil model

通过化石复原（3.10）工作，采用适当材料制作出的用于模具翻制的样本模型。

3.12

骨骼模型 bone cast

利用骨骼化石或其化石样模（3.11）的模具翻制出的模型。

3.13

装架 skeletal mounting

将骨骼模型（3.12）或化石有序地固定在支架上，组装为一个完整骨架的工作。

3.14

骨架模型 skeleton model

利用同一个体的系列骨骼模型（3.12）或化石装架形成的完整骨架。

4 总则

4.1 目的任务

通过野外发掘、室内修理、复原装架，完整将化石从野外采集至室内，经修理揭露出化石基本形态结构，获取化石相关科学信息，再现生物个体形态，促进化石资源的保护、管理、科研、科普、科教及利用工作。

4.2 基本原则

- 4.2.1 坚持化石安全第一、保护优先原则，在发掘、修理、复原装架、保存管理各阶段确保化石安全。
- 4.2.2 遵循科学合理、经济实用原则，选择适用的技术和方法。
- 4.2.3 坚持数据客观可靠、系统全面原则，全程记录化石发掘、修理、复原装架的相关信息。
- 4.2.4 坚持绿色发掘、生态保护原则，减少地表破坏，保护发掘地自然生态环境。

4.3 基本要求

- 4.3.1 对化石覆盖层开挖、化石保护层剥离、化石复原工作，一般应进行工作验收，验收合格后再进行下步工作。验收不合格时应整改直至合格再进入下步工作。
- 4.3.2 化石发掘、修理、复原装架工作应配备地质学类的技术员，并由化石技工和普通工人配合完成，资料记录应由专业技术人员负责。化石发掘、修理、复原装架的工具及材料应满足工作要求，常用工具和材料见 A。
- 4.3.3 化石发掘、修理、复原装架工作应符合安全、环保、职业健康的相关规定要求，工作中应采取有效措施预防震动、噪音、粉尘、有毒有害因素等对健康造成的不良影响。
- 4.3.4 应建立条件合格的化石保存库房、化石修理及复原装架固定场所，库房和场所应做到设备齐全、制度健全、环保安全。
- 4.3.5 不应随意涂改或变更化石编号¹⁾，包括野外编号、室内编号、个体编号，且三者应具有对应关联关系。若确需修改应保留原编号信息并记录修改原因及责任人。
- 4.3.6 化石发掘工作应在充分掌握化石资源及埋藏出露情况基础上进行，并根据发掘地的化石资源、地质构造、地层岩性、地形地貌、水文气候等资料编制发掘方案，方案应包括化石发掘、化石保存、自然生态恢复等内容，并提出有效的化石安全保护措施，编制提纲见附录 B。
- 4.3.7 发掘区若存在地质灾害隐患，或发掘将形成边坡、坑洞、弃渣等安全隐患，发掘前应进行专项论证，并按 GB 50330 等现行相关规范进行专项设计，确保发掘工作安全。
- 4.3.8 化石发掘工作应减少对生态环境的影响，自然生态条件恢复工作应符合 TD/T 1031.1。
- 4.3.9 化石修理工作应在充分收集掌握发掘资料基础上，并在研究人员指导下进行。资料主要包括化石种类、围岩（土）性质、化石保存情况、化石采集方法。
- 4.3.10 化石修理工作应保证化石完整不受损坏，一般先粗修再精修，必要时可直接进行精修。
- 4.3.11 化石复原装架工作应在充分掌握装架个体及其相近属种解剖特征等资料的基础上进行，当有现生种或现生相近种时，还应掌握其习性资料。
- 4.3.12 对极其珍贵的、易损坏的、结构特别复杂的化石，当不能或不便直接翻模制作复制品时，宜采用三维扫描、增材制造等新技术进行，保证化石安全。
- 4.3.13 化石复原应满足前后渐变、左右对称、比例合理、特点突出的要求；装架的骨架模型应姿态协调、结构稳固、效果逼真，符合功能形态学要求。
- 4.3.14 对于不同门类古脊椎动物化石的发掘、修理、复原装架工作，可论证化石埋藏条件及化石特征等，提出具体工作要求。

5 工作流程

1) 野外编号为发掘时的化石编号，室内编号为修理后的化石编号，个体编号为修理后同一个体的编号。

- 5.1 工作流程一般包括化石发掘、化石修理、化石复原装架、化石评价、成果编制和资料汇交工作。具体见附录 C。
- 5.2 化石发掘包括化石覆盖层开挖、化石保护层剥离、化石层发掘。
- 5.3 化石修理包括拆化石包装、化石粗修、化石精修、登记保存。
- 5.4 化石复原装架包括复原装架设计、化石复原、模具制作、模型翻制、上色装架。
- 5.5 化石发掘、化石修理和化石复原装架工作可分别独立开展，其中化石复原装架中的化石复原和装架工作可独立开展，并应在化石研究或属种鉴定后开展。

6 化石发掘

6.1 化石覆盖层、保护层及化石层划分

- 6.1.1 化石发掘应根据化石埋藏条件，依次划分化石层、化石保护层、化石覆盖层，并分层分方法进行科学、规范发掘。
- 6.1.2 化石发掘时，一般采用逆作法，自上而下分层进行，先开挖化石覆盖层，再剥离化石保护层，最后发掘化石层。
- 6.1.3 化石层应根据化石出露情况和地层沉积特征等综合确定，并确定化石层厚度。当发掘前无法准确划定化石层及其厚度时，可先初步划分，再根据发掘揭露情况及时修正。
- 6.1.4 化石保护层厚度应根据化石覆盖层开挖方式、围岩（土）坚硬程度、化石强度等综合确定，且厚度应能满足化石安全保护需要。当化石层无上覆岩（土）层时，不再划分化石保护层。
- 6.1.5 化石覆盖层包括化石保护层上覆的所有岩（土）层。当化石层无上覆岩（土）层时，不再划分化石保护层和化石覆盖层；当化石层上覆岩（土）层厚度较小，只满足化石保护层划分时，划分化石保护层后不再划分化石覆盖层。

6.2 化石覆盖层开挖

- 6.2.1 化石覆盖层开挖一般采用机械法或爆破法，土及软质岩宜采用机械法，硬质岩宜采用爆破法，软质岩、硬质岩分类按 GB 50021 执行。当因发掘条件限制不能采用机械法或爆破法的，可采用人工开挖方式进行。
- 6.2.2 机械法一般使用挖掘机；爆破法应采用浅孔爆破，并按 GB 6722 和 T/CSEB 0011 进行爆破工程技术设计；人工开挖常用工具包括电镐和风镐。
- 6.2.3 化石覆盖层土石方计量方式宜采用三角网法，测量要求及精度应符合 GB 55018 相关规定。
- 6.2.4 化石覆盖层开挖时，若发现化石应暂停作业并采取相应保护措施；当发现化石富集时，应及时调整发掘方案。
- 6.2.5 化石覆盖层开挖完成后，开挖范围、深度、坡率等开挖参数，以及化石保护层留存厚度应符合发掘方案要求。

6.3 化石保护层剥离

- 6.3.1 化石保护层剥离应采用人工剥离方式，剥离时可利用小型机械工具，土及软质岩宜使用电镐，硬质岩宜使用风镐。
- 6.3.2 化石保护层土石方计量方式一般采用三角网法，当不能采用三角网法计量时，根据剥离面积和剥离厚度计算。
- 6.3.3 化石保护层剥离时，若发现化石应暂停作业采取相应保护措施；当发现化石富集时，应根据化

石赋存情况重新确定化石层厚度，并相应调整发掘方案。

6.3.4 化石保护层剥离完成后应到达预定化石层且有化石出露。

6.4 化石层发掘

6.4.1 探方布设

6.4.1.1 发掘宜布设探方，探方规格依据发掘面积确定，常用规格 1m×1m、2m×2m，特殊情况下可根据具体情况确定。

6.4.1.2 探方布设前，宜采用大地坐标系按 GB 55018 相关规定建立测量控制网；简易发掘可设立基点作为探方布设的参考点，基点应设置于能长期保存、便于施测、坚实稳固的地方，一般设置于第 1 个探方左下角附近。

6.4.1.3 探方线布设时，行线和列线应垂直。水平发掘面宜东西向作为行、南北向作为列，倾斜发掘面宜走向作为行、倾向作为列，探方布设完成后应形成探方布设总平面图。

6.4.1.4 探方编号按“列号+行号”依次编排。编号采用阿拉伯数字，位数视探方总数量而定，空位以“0”补齐。例如：“0102”，“01”代表第 1 列，“02”代表第 2 行。

6.4.2 化石采集

6.4.2.1 化石采集应采用人工采集方式，采集方法主要包括直接采集法、石膏法、夹层法、筛洗法，见附录 D。

6.4.2.2 采集方法应根据化石条件、围岩（土）性质、埋藏条件综合确定。一般情况下，当化石及围岩强度足够保证化石安全且埋藏简单，可采用直接采集法；当化石及围岩强度不能保证化石安全或埋藏复杂不能直接采集时，宜采用石膏法或夹层法。常见采集方法见表 1。

表 1 常用化石采集方法

化石条件	土层/软质岩		硬质岩	薄层状构造的岩层
	埋藏简单	埋藏复杂		
化石强度高	直接采集法	石膏法	直接采集法	直接采集法/夹层法
化石强度低	石膏法	石膏法	直接采集法	直接采集法/夹层法
≤10mm的化石	筛洗法（土层）		—	—
注1：化石强度高是指化石不易损坏的，化石强度低是指采集时化石容易损坏的；无法判断化石强度，优先采用石膏法。				
注2：埋藏简单是指化石密度低、无交错重叠的，埋藏复杂是指化石密集、交错重叠的。				

6.4.2.3 采集过程中应减少对化石的损坏，具体要求如下：

- a) 对多层位埋藏的化石，应自上而下逐层采集；
- b) 对关联化石，宜整体采集；不能整体采集的，以间隙或自然断裂进行分节，并应减少化石损坏；
- c) 对易损或强度低的化石，应在采集前涂刷保护试剂加固，加固要求按“7.3.6”执行；
- d) 对采集时已断裂的化石，应及时粘接，保证化石的完整性；现场不能粘接时，应顺序编号，待室内及时粘接；
- e) 对埋藏时已残缺的化石，不应直接修复补全，应在室内修理研究后再复原；
- f) 对实体化石缺失的印模，可采用灌注方式获取实体化石的形态、尺寸等基本信息；
- g) 对潮湿环境中的化石，宜在化石干燥后再采集；当干燥脱水会损坏化石时，应及时采集，并采取保湿措施妥善保存，如：硅藻土中的化石。

6.4.2.4 单件化石采集的重量及大小宜考虑场地、运输条件等因素。

6.4.2.5 除石膏法采集外，能装箱的化石宜装箱保存，装箱工作应符合下列要求：

- a) 化石箱一般选用木质、塑料制品等，规格大小适中，以方便装卸和运输为宜；
- b) 关联的化石宜尽量装入同一化石箱或连续编号化石箱，同一箱内化石编号宜尽量连续；
- c) 较重的化石宜尽量装入箱底，易损化石宜单独装箱，箱内空隙部分宜用软性材料填充。

6.4.2.6 化石层土石方计量方式应以探方为单位，根据发掘面积和发掘厚度计算，记录方式见附录 E。

6.4.3 发掘记录

6.4.3.1 发掘资料应客观真实、系统全面反映整个发掘过程和化石情况，由专业技术人员记录，记录应整洁清晰。

6.4.3.2 发掘资料一般包括化石埋藏图、化石野外记录表、装箱登记表、影像资料、发掘日志，以及发掘平面图、发掘剖面图、综合柱状图。

6.4.3.3 化石采集前应绘制化石埋藏图，绘制应符合下列要求：

- a) 以探方为单位绘制化石埋藏图，绘制后宜矢量化，并拼接形成化石埋藏总图；
- b) 一般采用坐标纸绘制，绘制比例依据探方内多数化石外观尺寸确定，应绘制探方内全部化石，不同探方绘制比例可以不同，以图上化石不小于 5mm 为宜，参照表 2 确定，特殊情况可调整绘制比例；
- c) 化石埋藏图要素主要包括化石层位、探方编号、坐标原点、方位角、接图表、图名、图签、比例尺；
- d) 化石轮廓用实线表示，被压重叠部分用虚线表示；当化石实际尺寸小于 2cm 时，可采用点标注埋藏位置，辅以照片记录其形态特征；
- e) 探方内出现局部化石分布密集、重叠太多、尺寸差异太大等情况，导致化石埋藏信息不清晰时，应补充绘制该区域放大埋藏图；
- f) 多层发掘时应分层绘制埋藏图。

6.4.3.4 化石采集时应进行野外编号，并填写化石野外标签，野外编号一般按“化石产地+年号+探方编号+化石顺序号”编排。化石产地按 GB/T 10114 编码至县级行政区，当同一县级行政区同年内进行不同批次化石采集时，可在探方编号前增加发掘批次号，批次号可自行编排；当发掘规模较小未布设探方时，可省略探方编号。化石野外标签见附录 E。

表 2 埋藏图绘制比例

化石外观尺寸 (mm)	绘制比例尺
$L > 500$	1:50
$250 < L \leq 500$	1:20
$50 < L \leq 250$	1:10
$L \leq 50$	1:5
注：小型化石最大外观尺寸 $\leq 50\text{mm}$ ，中型化石最大外观尺寸 $50 \sim 500\text{mm}$ ，大型化石最大外观尺寸 $\geq 500\text{mm}$ 。	

6.4.3.5 化石采集时应初步描述采集时化石出露的形态特征，描述内容一般宜包括化石的种类、部位、完整度、关联性以及基本尺寸数据等。并填写化石野外记录表，见附录 E。

6.4.3.6 装箱完成后应填写化石箱标签和装箱登记表，见附录 E，化石箱标签一般按“化石产地+年号+化石箱顺序号”编排。

6.4.3.7 化石发掘应有影像资料进行辅助记录，并符合下列规定：

- a) 影像资料应全面真实反映整个发掘过程，包括重要化石、发掘场景、发掘人员以及工作过程等；
- b) 影像记录一般采用摄影摄像方式，必要时可采用三维激光扫描、倾斜摄影、航拍等方式。例如：发掘场景宜采用航拍，发掘面宜采用倾斜摄影，化石富集区宜采用三维激光扫描；
- c) 每件化石和每个探方均应拍摄至少 1 张照片，拍摄时比例尺明显，不应遮挡化石；

- d) 拍摄时选择合适的拍摄参数，影像分辨率应不低于 300dpi，化石照片分辨率应不低于 1500 万像素，摄像一般为 1920×1080，2K 或 4K。

6.4.3.8 发掘日志应记录每天的发掘进度、特殊现象、重要化石，以及地层、产状、岩性等地质情况，并阶段性总结发掘工作情况。

6.4.4 运输保存

6.4.4.1 重点保护化石应按出土文物等贵重货物运输相关规定执行，一般保护化石参照执行。

6.4.4.2 化石运输前，应填写化石运输交接单，核实化石数量及编号，并签字确认后运输工作，见附录 E。

6.4.4.3 化石运输中，应确保化石安全，防止化石标签脱落。

6.4.4.4 化石运抵后，核查化石数量及编号，并提交化石野外记录表，签字确认后妥善保存。

6.4.4.5 化石保存按实物地质资料相关保存要求执行，保存场馆可参照实物地质资料馆藏机构建设标准。

7 化石修理

7.1 拆化石包装

7.1.1 拆开化石包装前，应核对化石野外编号信息，确定化石包装正面，并根据化石的采集方法和尺寸，选取合适的开包工具。

7.1.2 开包应从包装正面开始，由点到线、再到面逐步进行，不应损坏化石。

7.1.3 开包过程中，对断裂化石应及时复位与粘接；对需要保留底板的化石，宜对断裂的底板进行粘接，必要时可增设底拖，以避免底板断裂损坏化石，粘接要求见 7.3.4。

7.1.4 开包后，对露出化石及底板应及时涂刷保护试剂加固，涂刷遍数一般不少于 1 遍。

7.1.5 从开包开始至精修结束，应填写修理环节的流程记录表，见附录 F。重要化石修理宜形成修理日志。

7.2 化石粗修

7.2.1 粗修通常只需去除多余围岩（土），露出化石基本轮廓形态，不应损坏化石与围岩（土）接触面。

7.2.2 根据化石出露情况，预判化石形状及走向，选择适当工具逐层剔除围岩（土），不应采用掏洞方式直接穿层追索修理化石。

7.2.3 围岩（土）留存厚度视化石结构复杂程度、围岩（土）硬度而定，以最大程度暴露化石形态为宜，结构越复杂、硬度越小，留存厚度越大。

7.2.4 粗修过程中，对关联性较强的化石，应及时拍照并补充绘制化石埋藏图；对断裂的化石应及时进行粘接，粘接要求见 7.3.4。

7.2.5 板状化石的粗修应按下列要求执行：

- a) 逐层剔除多余围岩，保留顶底板；
- b) 顶底板为硬质岩时可直接分离，顶底板为软质岩时，应先加厚加固处理后再分离；
- c) 分离后，断裂的化石或顶底板应及时进行粘接，板状化石一般只需保留化石底板，当顶板保存有实体化石印模时应同时保留顶板。

7.2.6 对化石基本轮廓已暴露或修理中易丢失化石重要信息的情况不宜粗修，应直接开展精修工作。

7.3 化石精修

7.3.1 化石精修方法一般包括机械修理方法和化学修理方法。应根据化石围岩（土）性质和化石尺寸综合选择合适的精修方法，具体如下：

- a) 碳酸盐岩中的小型化石，宜采用化学修理方法；中大型化石宜采用机械修理方法；
- b) 砂泥岩中的化石，宜采用机械修理方法；
- c) 土层中的化石一般宜采用机械修理方法，小于 10mm 的小型化石宜采用筛洗法；
- d) 对围岩硬度明显小于化石硬度的，且围岩硬度小于 30Mpa，宜采用喷砂修理法²⁾；
- e) 根据实际情况，机械修理方法和化学修理方法可结合使用，重要化石不宜采用化学修理方法。

7.3.2 常见的机械和化学修理方法见附录 G，精修工作应符合下列要求：

- a) 对关联化石，应根据研究需要，保留化石关联状态；
- b) 对薄弱易碎、结构复杂的化石，应制作底托进行辅助修理；
- c) 对板状化石，修理时应处理好化石与底板的关系，以展示化石形态特征并保证底板平整美观；
- d) 对印模化石，应采用石膏复制出印模化石形态及纹理等特征；
- e) 对化石的精细部位，宜采用剔针或探针进行手动修理，必要时借助显微镜等设备；
- f) 当新发现羽毛、皮肤等重要化石线索时，应及时做好记录，经研究人员确认后，再针对性进行修理，精修过程中，应拍照记录化石重要特征出露过程，必要时可进行摄像；
- g) 对于断裂或有断痕的化石应及时粘接；
- h) 精修后，应及时采用保护试剂对化石进行加固保护。

7.3.3 根据化石类型、石化程度等因素综合选择适当的粘接材料，具体如下：

- a) 石化程度较高的化石宜采用云石胶，石化程度较低的化石宜采用石膏；
- b) 化石底板宜采用云石胶；
- c) 细小化石碎块宜采用速干胶。

7.3.4 粘接方法见附录 G，粘接工作应符合下列要求：

- a) 发现断裂化石应及时进行粘接，同时确断裂化石是否归属同一块化石；
- b) 粘接前，接缝断面应干燥清洁，保证粘接材料渗透吸收，确保粘接效果；
- c) 粘接过程中，应采用有效方式固定待粘接的化石，未达到粘接强度不应移动化石；
- d) 接缝不应出现裂纹，并与化石外表面过渡平滑、不咬边，粘接后及时清除化石表面粘接材料残留物；在满足强度的情况下，接缝厚度越小越好；
- e) 对于粗大的肢骨等一般保护化石，当粘接材料不能满足结构要求时，可在化石内部钻孔植筋，加强结构强度再进行粘接；
- f) 对断面平整不易粘接的化石，在不损坏化石表面结构情况下，对断面进行粗糙处理后再进行粘接，增加粘接稳固性。

7.3.5 根据化石强度、形态结构等因素综合选择适当的加固方法，具体如下：

- a) 强度高的化石，宜采用涂刷法；
- b) 强度低的化石，宜采用移液管加注法；
- c) 形态结构复杂且强度较高的化石，宜采用浸润法；强度低的易损化石不宜采用浸润法；
- d) 对于恐龙足迹群、化石遗址等需大面积保护时，宜采用喷涂法。

7.3.6 加固方法见附录 G，加固工作应符合下列要求：

- a) 保护试剂应根据化石自身条件、保存条件选择合适保护试剂，同时考虑保护试剂的可再处理性，以确保再次保护的可行性；
- b) 保护前，化石应干燥且表面清洁，保证保护材料渗透吸收，确保加固效果；

2) 喷砂修理法为一种特殊的机械修理方法。

- c) 保护试剂配比浓度不宜过高；保护遍数一般不少于 3 遍；每遍间隔时间不低于 2h，气温低时宜延长，气温高时可减短，以充分吸收为宜；
- d) 板状化石应对化石及底板进行加固；
- e) 硅藻土中的化石，应加固后再采用石蜡进行封闭保护。

7.4 登记保存

7.4.1 化石修理完成后应进行登记保存，包含化石描述、化石鉴定、入库保存。登记保存过程中应保留化石描述、鉴定、入库等原始资料。

7.4.2 化石描述应结合尺寸测量及特征观察，描述内容一般宜包括化石的种类、部位、完整度、关联性、基本尺寸数据、基本形态特征等。

7.4.3 化石鉴定分为种类鉴定和部位鉴定，鉴定时应符合下列要求：

- a) 种类一般鉴定到纲，特征明显时应鉴定到更低级分类单元；
- b) 部位鉴定到头骨、脊椎、肢骨、肩带、腰带、其他附属骨骼等；对特征明显或关联保存的化石，应鉴定至准确部位；
- c) 根据科学研究结果，及时补充和更新化石鉴定信息。

7.4.4 化石入库保存应符合下列要求：

- a) 化石修理应保留野外编号，并赋予室内编号，同一个体的化石还应建立个体编号。室内编号和个体编号宜在野外编号基础上继续编码。
- b) 每件化石应拍照，照片编号宜与室内编号一致，拍摄内容主要包括化石、标签、比例尺，拍摄时应采用统一背景底板颜色，标签在上，比例尺在下，分辨率应不低于 1500 万像素；
- c) 化石修理后，应填写化石信息登记表，见附录 F；
- d) 库存形式应根据化石种类、尺寸及保存状态综合确定，常用库存形式有保险柜、密集柜、货架、沙槽；
- e) 化石入库时，应填写化石入库信息统计表，见附录 F。

8 化石复原装架

8.1 复原装架设计

8.1.1 复原装架设计前，应进行装架个体属种鉴定，鉴定应符合下列要求：

- a) 鉴定前，应统计装架个体的保存情况，并对保存的骨骼化石进行描述测量，形成装架个体化石统计表，见附录 H；
- b) 对比装架个体相近属种，形成初步鉴定结论，并组织专家对鉴定结果进行审核；
- c) 已研究的标本，以研究成果为准。

8.1.2 复原装架设计包括复原设计和装架设计，复原设计以比较解剖学为指导，装架设计以现生种或现生相近属种功能形态学为指导。

8.1.3 复原设计应结合属种鉴定结果和相近属种特征进行，应符合下列要求：

- a) 确定复原骨骼数量、尺寸，以及装架个体理论总长和背高，并形成化石复原设计数据表，见附录 H；
- b) 重要部位应绘制复原设计图或提供相近属种参考资料；
- c) 确定化石是否需要装架。

8.1.4 装架设计包括姿态设计和支架设计，应符合下列要求：

- a) 姿态设计应按照属种鉴定结果，结合生物习性，确保装架姿态符合该种生物功能形态学要求，并绘制姿态设计图，同时宜考虑展陈条件及美观效果；

- b) 支架设计应在姿态设计基础上进行，支架一般包括脊椎梁架、肢骨支撑和底盘基座，在满足承重要求下宜尽量减轻支架自身重量；
- c) 按支架是否出露，分为外露支架和隐形支架；按支架是否可拆卸，分为活动支架和固定支架；支架类型应根据承重条件、展陈要求综合确定。

8.2 化石复原

8.2.1 化石样模一般采用石膏、雕塑泥等制作，必要时可采用增材制造技术制作。

8.2.2 化石复原包括部分缺失的化石、完全缺失的化石、变形的化石，应符合下列要求：

- a) 对部分缺失的化石，未明确化石需装架时，不宜在化石上进行复原，应先制作化石的一次性石膏模型，再进行复原；
- b) 对完全缺失的化石，应按照复原设计并结合具有相关性的化石形态特征进行复原工作；
- c) 对变形的化石，应根据化石未变形或变形较轻部位形态特征进行复原工作。

8.2.3 复原时，应按照复原设计执行；常用化石复原方法见附录 I；对头骨等结构特别复杂的部位，可结合增材制造技术进行复原。

8.2.4 化石样模应满足下列要求：

- a) 外观尺寸应符合复原设计数据，相对误差 $\leq 1\%$ ；
- b) 形态结构应符合复原设计图及相近属种参考资料；
- c) 表面纹理逼真度应与化石接近。

8.3 模具制作

8.3.1 模具分内模和外模，内模一般采用硅胶制作；外模一般采用树脂和玻璃纤维手糊制作，小型化石可采用石膏制作，材料参数应符合下列要求：

- a) 硅胶应选用流动性好、拉力撕裂强度高、变形小、硬度适中的模具硅胶，硅胶材料参数可参照 HG/T 2765.5 执行；
- b) 树脂要求强度高、收缩率小、环保无毒，玻璃纤维要求强度高、柔韧性好、厚度均匀且与树脂接合良好；树脂和玻璃纤维材料参数可参照 CB/Z 180 执行；
- c) 石膏应选用细度适中、凝结时间适宜、强度较高的模具石膏粉，石膏材料参数可按 GB/T 9776 执行。

8.3.2 应先制作内模再制作外模，内模和外模的制作方法见附录 I。

8.3.3 模具制作时应符合下列要求：

- a) 制作前，化石样模和待翻模化石应充分干燥且表面清洁，并达到强度要求；
- b) 内模制作时应在化石样模或化石表面涂刷脱模剂，减少对化石的损坏并方便脱模；
- c) 内模应根据化石样模和待翻模化石的形态结构合理进行模具分区，在满足内模质量和脱模要求下应减少模具分区数；
- d) 内模制作时，可采用抽真空的方式，消除或减少气泡；
- e) 外模是支撑和保护内模的，除外模太重不便搬运外，宜尽量减少模具分区数；
- f) 对化石脱模时，应减少化石损坏，损坏的化石应及时修复；
- g) 制作过程中，模具出现破损、开裂、变形，应重新制作；
- h) 单个模具制作完成后，宜及时拼合固定，避免混淆。

8.3.4 模具应满足下列要求：

- a) 需保留模具时，模具应具有耐用性，满足反复使用要求；不需保留模具时，可制作一次性模具；
- b) 内模尺寸应契合化石样模和待翻模化石；

- c) 外模强度应满足要求，能支撑保护内模；
- d) 内模内表面应反映化石样模或化石表面纹理，外模外表面应平整光滑、无裂纹裂痕，内模与外模吻合良好；
- e) 模具分区接缝应过渡平滑，接缝间隙应尽可能小；
- f) 模具不应出现烧模、表干里不干、冒油等现象，影响模具正常使用。

8.3.5 模具登记存放应符合下列要求：

- a) 模具编号一般由个体编号和单个模具序号组成，并将模具编号清晰标记在对应的单个模具上，例如：YYL-MJ11，“YYL”为云阳龙拼音首字母，“MJ”为模具拼音首字母，“11”为单个模具序号；
- b) 模具存放前，应拍照记录并填写模具入库登记信息表，见附录 H；
- c) 宜存放于干燥阴凉处，避免高温、受压、受潮等导致模具变形；同一个体的模具应有序集中存放；需长期存放的模具宜充填骨骼模型后存放，防止模具自然变形。

8.4 模型翻制

8.4.1 骨骼模型材质一般采用玻璃纤维增强塑料或石膏，材料要求参照 8.3.1 执行。

8.4.2 骨骼模型一般包括玻璃纤维增强塑料模型和石膏模型，玻璃纤维增强塑料模型一般为空心状，石膏模型一般为实心状，一般宜翻制空心状玻璃纤维增强塑料模型，模型翻制方法见附录 I。

8.4.3 骨骼模型翻制工作应符合下列要求：

- a) 翻制前应检查模具是否完整；
- b) 翻制中出现模具损坏时应及时修补；
- c) 当选用隐形支架时，模型应预留接缝，在组合装架时再拼合隐藏支架；
- d) 模型出现毛刺、毛边、棱角，应打磨剔除；不影响质量的缝隙、破裂，应修补；影响质量的破损、变形、不能拼接，应重新制作。

8.4.4 骨骼模型应满足下列要求：

- a) 外观尺寸和形态结构应符合复原设计或与化石一致，尺寸相对误差 $\leq 1\%$ ；
- b) 表面纹理逼真度应与化石接近；
- c) 模型应具有一定结构强度，模型厚度应满足强度要求；
- d) 外表面无毛刺毛边、接缝处过渡平滑。

8.4.5 骨骼模型登记存放应满足下列要求：

- a) 模型编号由个体编号和模型序号组成，并将模型编号清晰标记在对应的单个模型上，模型编号参照 8.3.5 执行；
- b) 模型存放前，应拍照记录并填写模型信息登记表，见附录 H；
- c) 宜存放于干燥阴凉处，避免高温、受压、受潮等导致模型变形，同一个体的模型应有序集中存放。

8.5 上色装架

8.5.1 上色装架包括支架制作、上色和骨骼模型（化石）装架，具体方法见附录 I。

8.5.2 支架制作工作应符合下列要求：

- a) 支架一般采用钢材制作，采用钢材制作时，钢材连接参照 JGJ 18 和 JGJ 109 执行；
- b) 对底座、肢骨支撑、脊椎梁架，根据装架个体的大小及重量合理选用槽钢、工字钢或丁字钢；对卡子等其他构件宜采用扁铁；在满足承重条件下宜尽量选取小型号钢材；
- c) 制作前，应综合骨骼模型（化石）和设计姿态进一步确定支架制作的细节和参数；
- d) 固定支架一般采用焊接连接，活动支架一般采用螺栓连接；

- e) 钢材表面应抛光处理，便于后期上色和防锈工作；
- f) 脊椎梁架应分段制作，分段长度应根据成品钢材规格、装架长度和姿态以及后期运输条件综合确定，每段长度不宜超过 6m，每段梁架不应焊接而成；
- g) 肢骨支撑宜根据站立姿态进行分段，以方便站立姿态的造型和定型为宜；
- h) 底盘基座中心线应与脊椎梁架投影线保持一致，保证稳定性；当装架长颈类大型个体时，应增设支柱、钢丝吊环等措施加强稳定性。

8.5.3 上色包括骨骼模型上色和支架上漆，应符合下列要求：

- a) 骨骼模型一般采用矿物颜料，一次性骨骼模型可采用广告颜料，支架一般采用防锈油漆；
- b) 骨骼模型上色包括底色和面色，面色根据化石颜色调配，分为主要面色和次要面色；支架颜色应与骨骼模型主要面色区别；
- c) 骨骼模型采用油画笔、勾线笔等方式上色，支架采用喷涂方式上漆；
- d) 骨骼模型上色遍数不宜少于 3 遍，一般包括底色、主要面色、次要面色，每遍上色厚度应薄且均匀，上遍颜色干透后再涂刷下遍。底色应覆盖整个模型表面，面色根据化石颜色分布范围进行上色；
- e) 上色完成后，宜在骨骼模型表面涂刷保护试剂，减缓褪色。

8.5.4 骨骼模型（化石）装架工作应符合下列要求，涉及高处作业的应按 JGJ 80 执行：

- a) 应根据骨骼模型（化石）的形态结构、重心重量，选择受力位置和卡子数量；
- b) 应先确定首个骨骼模型（化石）安装位置，再向两端对称依次安装，一般由荐椎开始；
- c) 对隐形支架，不应装架化石，所有支架应全部隐藏于骨骼模型中；在满足复原设计要求下，宜尽量减小各关节间隙。

8.5.5 复原装架工作完成后，骨架模型应符合下列要求：

- a) 装架总长、背高满足复原设计要求，相对误差 $\leq 1\%$ ；
- b) 支架稳固，姿态协调并符合生物的功能形态学；
- c) 骨骼模型表面纹理及色彩与化石接近，支架颜色与骨骼模型区别差异，骨架模型颜色整体协调；
- d) 骨架模型整体逼真度及效果满足要求。

9 化石评价及成果汇交

9.1 化石评价

9.1.1 化石评价根据化石的类型、科学价值、稀有性、完整程度进行分级，分级标准参照“国家古生物化石分级标准（试行）”执行。划分为一级重点保护古生物化石、二级重点保护古生物化石、三级重点保护古生物化石和一般保护古生物化石。按照附录 J 执行。

9.1.2 重点保护古生物化石，应由专家鉴定分级；有疑问的或争议较大的重点保护古生物化石，由国家古生物化石专家委员会给出分级鉴定结论；非重点保护古生物化石为一般保护古生物化石。

9.1.3 化石发掘阶段可进行初步分级，化石修理后应进一步细化分级，化石研究鉴定后应进行准确分级。

9.2 成果编制

9.2.1 成果报告编制应客观真实，持续多年的发掘、修理或复原装架工作应及时提交阶段性成果报告或年度报告。

9.2.2 成果报告包括发掘、修理、复原装架成果报告，根据工作阶段可单独编制或综合编制，编制提纲见附录 K。

9.2.3 成果报告应根据工作阶段提供下列图件：

- a) 化石发掘阶段，应提供发掘平面图、发掘剖面图、综合柱状图、化石埋藏图；
- b) 化石修理阶段，应提供补充完善后的化石埋藏图；
- c) 化石复原装架阶段，应提供复原装架设计图。

9.3 资料汇交

9.3.1 资料汇交应包括文字资料和实物资料，文字资料主要包括报告、表格、图件、影像；实物资料主要包括化石、模具、模型。

9.3.2 文字资料和实物资料按 DZ/T 0273 进行汇交，必要时应建立资料数据库。

9.3.3 资料的安全、保密、借阅、使用等按有关规定执行。

附录 A (资料性) 工具和材料

A.1 化石发掘工具和材料

A.1.1 常用发掘工具

- a) 测量工具：全站仪、水平仪、卫星定位仪器等；
- b) 发掘工具：挖掘机、电镐、风镐、发电机、空压机、凿子、手铲、刷子、剔针、标本盒、化石箱³⁾等；
- c) 记录工具：照相机、无人机、三维激光扫描仪、比例尺、罗盘、放大镜、绘图板、坐标纸、直尺、量角器等。

A.1.2 常用发掘材料

- a) 采集材料：石膏、绷带材料、软性包装纸、胶带、油性纸、木材等；
- b) 保护材料：云石胶、稀释剂、各类型保护试剂等。

A.2 化石修理工具和材料

A.2.1 常用修理工具

- a) 开包工具：气动锯、电动锯、手动钢锯、电动砂轮等；
- b) 粗修工具：凿子、手锤、气动铲、大型气动笔、大型震动笔等；
- c) 精修工具：小型气动笔、剔针、探针、喷砂机、显微镜、护目镜、桌面吸尘系统、灯光系统、桌面铺垫等。

A.2.2 常用修理材料

- a) 粘接材料：云石胶、石膏、速干胶等；
- b) 加固材料：丙烯酸树脂等有机保护材料，钙基、硅基等无机保护材料等；
- c) 化学材料：酸试剂、碱试剂等。

A.3 化石复原装架工具和材料

A.3.1 常用复原装架工具

- a) 化石复原工具：美工刀、游标卡尺、直尺、烘烤器等；
- b) 制模翻模工具：调刀、毛刷、搅拌器、真空机、塑料容器等；
- c) 装架工具：切割机、氧焊机、压铁机、台钻、砂轮机、角磨机、手电钻、钳工锤、油画笔、勾线笔等。

A.3.2 常用复原装架材料

- a) 化石复原材料：石膏、雕塑泥、增材制造材料等；
- b) 制模翻模材料：橡皮泥、模具硅胶、树脂、石膏、玻纤布、纱布、脱模剂等；
- c) 装架材料：槽钢、工字钢、丁字钢、扁铁等。

3) 化石箱是指用于临时保存化石的箱子，一般为塑料或木材制品。

附录 B (资料性) 发掘方案编制提纲

B.1 前言

包括项目来源、目标任务、项目必要性、前人工作程度等。

B.2 发掘单位及领队概况

简述发掘单位设备、人员、技术、业绩，重点介绍发掘领队个人简介、发掘经历，以及已取得相关成果等。

B.3 地质背景条件

简述发掘地的交通位置、自然地理、地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、生态环境等。

B.4 化石资源概况

简述化石分布范围、化石特征、保护现状等，重点介绍拟发掘区域内的化石出露数量、化石层厚度、走向长度、围岩(土)性质等，为开挖发掘参数的确定提供依据。

B.5 技术路线与工作方法

包括工作依据、技术标准、技术路线、技术方法等。其中应重点说明采取的技术路线和使用的技术方法。

B.6 工作部署

详细介绍工作部署原则、具体工作部署、主要工作量、工作进度计划等。工作部署时首先明确化石安全保护措施，包括但不限于遮雨防晒、地表排水、地下防水、现场化石保管、发掘区封闭等前期准备工程。然后再确定化石覆盖层开挖范围、开挖方式、弃渣处置方式，化石保护层留存厚度，化石层发掘厚度、化石采集方法、探方布设规格，化石记录要求等。最后确定化石运输方式、化石保存方案、自然生态条件恢复方案等。工作部署应提供发掘工程平面布置图。

B.7 组织安排和保障措施

包括项目人员、主要设备投入，以及质量、技术、经费、安全、舆情等保障措施。

B.8 经费预算

重点说明编制依据、编制说明、经费预算结果等。

B.9 预期成果

一般包括实物化石成果、文字报告、图件、影像等。

附录 C
(资料性)
发掘与修复装架工作流程

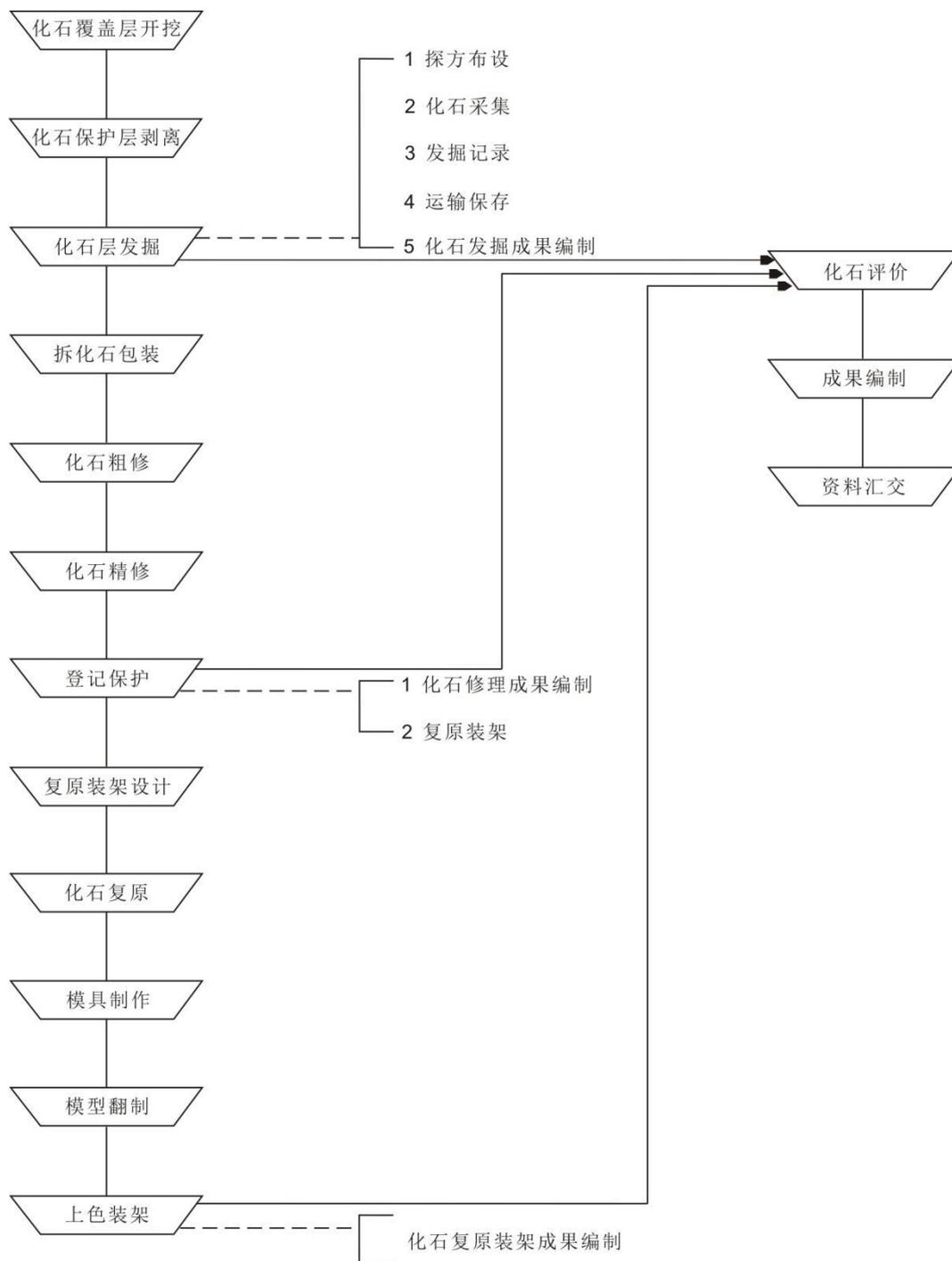


图 C.1 发掘与修复装架工作流程图

附录 D (资料性) 化石发掘方法

D.1 直接采集法

D.1.1 直接采集法包括开槽起底和对破岩体两种方式。

D.1.2 除薄层状构造的岩层，一般采用开槽起底方式采集化石，具体步骤如下：

- a) 根据化石出露情况、形态结构，预计拟采集化石的埋藏情况，初步确定开槽范围。
- b) 边开槽边确定化石准确埋藏情况，开槽时如遇化石应扩大调整开槽范围。开槽深度及宽度视化石情况而定；开槽后留存的化石围岩厚度应能满足化石保护需要，其厚度不宜小于 10cm。
- c) 去掉槽外侧围岩或扩大开槽宽度，孤立拟采集化石，形成化石保护基底。
- d) 在保护基底下部，向围岩（土）内部凿打一排孔，施加外力起底取出化石。打孔深度和整排孔宽度应超过开槽范围。
- e) 当拟采集化石较多，不能一次起底取出化石时应分段依次取出，分段方式包括自然断裂、镂空断裂和人工切割。自然断裂采用撬杠等施加适当外力使其自然断裂分段；镂空断裂采用凿子镂空处理，再施加适当外力使其沿关节面断裂分段；人工切割采用圆盘锯等根据运输条件进行切割，切割时避开化石的重要部位。
- f) 采集化石，去除多余围岩（土），打磨围岩（土）棱边及棱角。对断裂的化石及时粘接，对易损或强度低的化石涂刷保护试剂，粘接加固要求按“7.3.4 和 7.3.6”执行
- g) 采用天然草纸等软性材料包装保护化石，包装前应进行化石描述记录并贴上化石野外标签，包装后等待装箱。软性材料应不少于 5 层，视保护需要可增加层数。

D.1.3 当薄层状构造的岩层，单块采集面积较小不需要夹板固定时，可采用对破岩体方式采集化石，具体步骤如下。当需要夹板固定时，按夹层法采集要求“D.3”执行。

- a) 采用撬杠、凿子等沿岩层面施加外力，获取可能含有化石的岩体。
- b) 对破时，采用锤子顺岩层面击打对破，使岩体沿层面分离，露出岩层面。
- c) 对破后，在岩层面上识别化石，实体化石及其印模应同时采集。
- d) 重复 D.1.2 的步骤 f) 和 g)。

D.2 石膏法

D.2.1 确定开槽范围，参照“D.1.2a)”执行。

D.2.2 开槽，参照“D.1.2b)”执行。

D.2.3 孤立拟打石膏包对象，参照“D.1.2c)”执行。

D.2.4 当拟打石膏包对象过大时，不能一次打石膏包采集时，应先分段再依次分别打石膏包，分段方式按“D.1.2e)”执行。

D.2.5 打石膏前，打磨围岩（土）棱边及棱角，对断裂或脱落的化石及时粘接，对易损或强度低的化石涂刷保护试剂，粘接加固要求按“7.3.4和7.3.6”执行。

D.2.6 结合石膏粉产品使用说明书调配石膏，采用标准稠度用水量计算出石膏用量和加水量，为使用方便也可按经验值1:1调配，具体可按照GB/T 17669.3执行。调配时，先注入清水再加入石膏粉，待石膏粉充分吸水饱和后进行搅拌，速度不宜过快，直至形成稠度适中的石膏浆。必要时可加入少许乳胶类材料增强石膏强度；低温环境石膏凝固缓慢时，可加入少量食盐加速凝固。

D.2.7 上部石膏浇筑步骤如下：

- a) 采用棉纸满铺化石表面，确保化石与石膏有效隔离，然后喷水使棉纸紧贴化石，形成棉纸层。棉纸层数应不少于 3 层。

- b) 将麻布、纱布等绷带材料浸透石膏浆液，迅速平铺在棉纸层上，形成石膏绷带层。铺设层数及厚度视石膏包的大小而定，层数通常宜为2~4层，厚度10~20mm，大体积石膏包应增加层数及厚度，铺设方向自上而下，相邻层相互斜交铺设保证良好受力状态。
- c) 在石膏绷带层表面再次涂抹石膏，形成保护绷带的石膏层，厚度不小于10mm。
- d) 石膏和绷带强度不足时，可增设木材等增加石膏包整体强度。
- e) 需大面积整体采集时宜采用套箱法⁴⁾。

D.2.8 上部石膏凝固后，在开槽底部附近，向围岩（土）内部凿打一排孔，起底翻转露出底面，打孔深度和整排孔宽度应超过开槽范围。

D.2.9 对底面化石及围岩（土）进行清理保护后，重复“D.2.7”进行封底。封底时应与上部搭接牢固，将石膏包野外编号密封于石膏包内，并在石膏包外壳上标注化石野外编号和正反面。运输时正面朝上。

D.3 夹层法

D.3.1 根据化石出露情况、形态结构，确定夹层固定范围、顶底板留存厚度，留存厚度应能满足顶底板强度要求。

D.3.2 刻槽孤立形成待采集对象，开槽深度应超过底板层面。

D.3.3 分层剥离化石上覆岩层，直至化石出露，部分板状化石采集时可保留顶板。

D.3.4 采用凿子将化石下伏岩层沿层面分离，形成化石底板，起底撬开取出化石及其顶底板，清理平整化石底板表面。

D.3.5 采用两块平整木板同时固定并夹紧顶底板，为防止顶底板受力不均产生断裂，应在木板与顶板或底板间铺设棉纸等软性材料。无顶板的板状化石应加厚铺设软性材料。

D.3.6 标注顶底板，并在顶板上贴化石野外标签，运输中应立放，库房存放时应平放且顶板朝上。

D.4 筛洗（选）法

D.4.1 反复晾晒和浸泡，使化石和土体充分分离。

D.4.2 根据化石大小选择合适的筛子，筛子分为上、中、下三层，一般上层孔径3.0mm、中层孔径2.0mm、下层孔径0.5mm。

D.4.3 将样品装入上层筛子并筛洗，筛洗时水流适中，不应用硬物搅拌，直至筛子下滤出清澈水流为止。

D.4.4 按上、中、下层将筛余的不同粒径样品放置于吸水性较好的棉布上晾干。

D.4.5 上层筛余化石可直接肉眼挑选，中下层筛余化石可借助放大镜或显微镜挑选。

D.4.6 挑选的化石和挑选后筛中剩余标本分别装入不同标本盒中，编号并贴上标签。

D.4.7 筛洗完成后，应将筛子、棉布、水桶等用具洗净后备用，防止残余物混入下次筛洗样品中。

4) 石膏法俗称“皮劳克”。套箱法为石膏法的一种，是指采用石膏和木箱整体采集化石的方法。

E.4 化石箱标签

表 E.4 化石箱标签

化石箱标签			
化石箱编号	5002352018-X1		
化石产地		装箱日期	
装箱数量		装箱人	
箱内化石编号			
注3：“500235”为化石产地重庆市云阳县普安乡的行政区划代码，“2018”年号，“X”为化石箱的拼音首字母大写，“1”为化石箱顺序号。			
注4：采用防水防褪色记号笔填写，纸质标签采用透明密封袋或塑封保护。			

E.5 化石装箱登记表

表 E.5 化石装箱登记表

装箱编号	装箱数量	箱内化石编号	装箱人	复核人	装箱日期
合计					

E.6 化石运输交接单

表 E.6 化石运输交接单

运输批次		车辆信息	
运输司机		押运员	
出发时间		到达时间	
化石箱数（箱）		石膏包（件）	
化石总数		化石总重（t）	
序号	化石野外编号	装箱编号	备注
合计			

发掘负责人：

运输负责人：

库房负责人：

附 录 G (资料性) 化石修理方法

G.1 气动笔修理法

G.1.1 工具选用。根据围岩(土)强度和胶结程度,选择笔针尺寸、转速、频率适中的气动笔。

G.1.2 握笔技巧。握笔姿势要规范,握笔要稳,笔针不晃动,笔针与修理面应保持适宜的夹角。离化石较远时宜呈 45° ,靠近化石时宜呈 15° ,有粘皮现象需切割围岩(土)时应增大至 80° 。

G.1.3 力度掌控。力度应适中,越靠近化石用笔力度越轻。

G.1.4 修理方向。应按先简单后复杂、由表及里的顺序,从围岩(土)向化石方向并顺着骨骼纹理进行,修理时笔针只能向前推动,不应横向推动和来回磨动。

G.1.5 制作底托。一般采用石膏或玻璃纤维增强塑料制作底托,制作时应先涂刷保护试剂加固化石,必要时还应在化石表面增刷硅胶保护。

G.1.6 气动笔保养。一般每8小时保养一次,修理使用后及时清理笔头粉尘异物,修理使用前注入适量润滑油。

G.2 酸浸法

G.2.1 化学试剂选用与配制

综合考虑化石及围岩(土)性质选取合理的化学试剂,根据使用说明书及参数调配浓度适中的试剂,浓度过高会腐蚀化石,浓度过低会影响修理效果。常用试剂如下:

- a) 提取碳酸盐岩中的化石宜采用低浓度醋酸或甲酸等相当溶液。
- b) 提取钙质岩土体中钙质化石宜采用硅酸饱和溶液。
- c) 提取钙质岩土体中硅质化石宜采用低浓度盐酸。
- d) 提取氧化铁及硅质岩土体中的化石宜采用盐酸与氢氟酸的混合溶液。
- e) 清洗哺乳类化石表面围岩(土)宜采用低浓度过氧化氢。

G.2.2 化学试剂处理步骤

- a) 将化石放置于耐腐蚀影响的支架上,利用支架将化石放入试剂溶液中。仅对化石局部处理时,宜采用移液管吸取试剂进行处理。
- b) 浸泡时,采用刷子或剔针及时清理化石表面不能被溶解的围岩(土),并定时更换试剂溶液,直至围岩(土)被全部清理为止。
- c) 溶解过程中,发现化石破损,应及时取出加固,再重新浸泡。
- d) 取出化石放置于清水或其他试剂中清洗,定时更换清洗液,一般清洗3次。
- e) 清洗后晾干或烘干,若发现化石表面有试剂溶液结晶时,应重新清洗。

G.3 化石粘接

G.3.1 调配材料

- a) 调配云石胶。应与固化剂按一定比例调配,及时充分调匀至黏糊状。云石胶与固化剂比例为 $(20\sim 40):1$,温度越高,固化剂用量越少。
- b) 调配石膏,参照“D.2.6”执行。
- c) 调配快速固化剂。一般可以直接使用,部分固化剂应根据说明调配使用。

G.3.2 粘接方法

- a) 断面处理。清洁化石断面,去除泥土、灰尘等杂质污垢;烘干或晾干化石。光滑断面应进行粗糙处理。

- b) 化石固定。将待粘接的化石放置于稳定平面，长轴型化石一般竖直插入沙盘进行固定，完整露出断面。
- c) 断面粘接。断面涂抹粘接剂，对接合拢断口，挤出多余粘接剂，接缝厚度应满足化石稳固性并尽量小，凝固后去除多余的粘接剂。液态型快速固化剂，应将断口合拢，直接喷涂。

G.4 化石加固

G.4.1 移液管加注法。采用移液管吸取保护试剂，插入化石的缝隙或空洞中，将保护试剂注入到化石内部。根据渗透吸收情况控制保护试剂用量，直到饱和为止。

G.4.2 浸润法。选择适宜的容器装入保护试剂，采用带把手的网状漏勺将化石送入容器中，整体置于保护试剂液面下，待保护试剂充分渗入化石内部后，慢慢提取出化石，晾干。

G.4.3 涂刷法。采用毛刷或油画笔进行保护试剂涂刷，涂刷时应均匀覆盖整个化石表面，下一遍涂刷应待上一遍涂刷的保护试剂完全干燥后进行，直到保护剂不能渗入达到饱和为止。

G.4.4 喷涂法。选取适宜类型喷涂设备吸取保护试剂，均匀喷涂覆盖化石，以保护试剂充分渗入化石内部孔隙为宜，喷涂时控制喷枪压力、移动速度、喷涂距离和喷涂角度，避免冲力过大而损坏化石，或因斜面溢流造成保护试剂喷涂覆盖不均匀。如为化石遗址大面积保护，应将化石和围岩一并喷涂覆盖。

附 录 H
(资料性)
化石复原装架用表

H.1 装架个体化石统计表

表 H.1 装架个体化石统计表

序号	室内编号	部位名称	完整度情况	变形情况	备注

H.2 化石复原设计数据表

表 H.2 化石复原设计数据表

复原部位名称		数量	复原数据
头	头骨(含下颌骨)		长度、宽度、高度, 齿骨长度
	牙齿	齿式	牙冠尺寸范围
脊柱	颈椎	颈椎总数	长度、椎体高度及宽度(前后关节面)、椎弓高度、神经棘高度
	背椎	背椎总数	
	荐椎	荐椎总数	
	尾椎	尾椎总数	
前肢	肱骨		长度、宽度及厚度(远端、骨干、近端)
	尺骨		
	桡骨		长度、宽度、厚度
	腕骨		
	掌骨		长度、宽度及厚度(远端、骨干、近端)
	指骨	指式	
	爪骨		
后肢	股骨		长度、宽度及厚度(远端、骨干、近端)
	胫骨		
	腓骨		长度、宽度、厚度
	跗骨		
	跖骨		长度、宽度及厚度(远端、骨干、近端)
	趾骨	趾式	
	爪骨		
肩带	肩胛骨		长度、宽度及厚度(远端、骨干、近端)、肩臼窝尺寸、肩峰突高度及至肩臼窝长度
	乌喙骨		长度、宽度、厚度、肩臼窝尺寸、乌喙孔尺寸
	胸骨		长度、宽度、厚度
	锁骨		长度、宽度及厚度(远端、骨干、近端)
腰带	髌骨		长度、宽度及厚度(远端、骨干、近端)、髌臼窝尺寸
	坐骨		
	耻骨		
其他附属骨骼	颈肋	颈肋总数	长度、宽度及厚度(骨干)、肋骨头尺寸、结节尺寸
	背肋	背肋总数	
	脉弧	脉弧总数	分叉形式及数量、关节面尺寸、血管孔尺寸
	其他(如骨板、尾刺、副肩棘)		

注：本表以恐龙为例，其他古脊椎动物装架参照使用。

H.3 模具入库信息登记表

表 H.3 模具入库信息登记表

序号	模具编号	部位名称	模具内骨骼模型数量	库存位置

H.4 模型信息登记表

表 H.4 模型信息登记表

序号	模型编号	部位名称	库存位置

附 录 I
(资料性)
化石复原装架方法

1.1 化石复原方法

1.1.1 熟悉复原设计，掌握复原设计数据以及参考资料，清点化石并确认复原部位。

1.1.2 调配石膏，参照“D.2.6”执行。

1.1.3 部分缺失的化石复原操作如下：

- a) 用石膏翻制部分缺失化石的复制品，用复制品代替化石开展复原工作。
- b) 按照复原设计，在复制品上采用石膏补齐缺失部分，形成石膏模型。补配前，应将石膏复制品充分湿润；补配时，当石膏流动性较强时，可采用硬纸板支撑托起石膏；当复原部位存在结构间隙时，可采用薄膜隔离。
- c) 结合化石特征和复原设计，对石膏模型进行形态结构处理，主要包括表面形态、凹凸结构、关节面特征。
- d) 参照化石表面特征，对石膏模型进行表面逼真度处理，主要包括表面骨纹、自然裂痕、骨骼缝合线。
- e) 晾干或烘干后形成最终的化石样模。

1.1.4 完全缺失的化石复原操作如下：

- a) 按照复原设计，采用雕塑泥制作一次性雕塑泥模型。
- b) 对雕塑泥模型进行形态结构处理，主要包括表面形态、凹凸结构、关节面特征。
- c) 采用薄片硬质材料，从中间部位插入雕塑泥模型内，起到分模的作用。
- d) 将石膏均匀涂抹于雕塑泥模型表面，待石膏凝固后形成一次性石膏模具。
- e) 拆开一次性石膏模具，清除内部的雕塑泥。
- f) 模具内表面涂刷脱模剂，填充石膏，合上模具，待石膏凝固后，敲掉一次性石膏模具，取出石膏模型。
- g) 参照相同或相近部位的化石表面特征，对石膏模型进行表面逼真度处理，主要包括表面骨纹、自然裂痕、骨骼缝合线。
- h) 晾干或烘干后形成最终的化石样模。

1.1.5 变形化石参照部分缺失的化石复原工作进行。

1.2 模具制作方法

1.2.1 确定化石或化石样模的中轴线，进行模具分区并标记模线。

1.2.2 采用橡皮泥固定化石或化石样模，使中轴模线尽量水平，橡皮泥固定高度应接近中轴线，露出中轴线以上部分。

1.2.3 采用橡皮泥标贴模线，压实贴紧，边缘平整后分段刻画沟槽，增加模具吻合度，橡皮泥厚度一般不小于2cm，以方便刻画沟槽为宜。

1.2.4 硅胶应与固化剂按照一定比例调配，及时且充分搅拌至黏糊状。硅胶与固化剂比例为100: (2~3)，温度越高，固化剂用量越少。必要时可使用硅胶稀释剂增加其流动性。

1.2.5 树脂调配时，应先加入适量氢氧化钙或石膏粉，搅拌均匀，再加入催化剂、固化剂，催化剂、固化剂用量参考“1.2.4”执行。

1.2.6 涂刷硅胶制作内模，涂刷时应均匀无气泡，遍数应不少于3遍，具体步骤如下：

- a) 对化石或化石样模表面涂刷脱模剂后，涂刷第一遍硅胶。

- b) 待第一遍硅胶凝固后，涂刷第二遍硅胶并贴纱布。贴纱布时应在硅胶未凝固时，由里向外贴实，相邻纱布搭接宽度不宜小于 1cm。
- c) 待第二遍硅胶与纱布凝固后，涂刷第三遍硅胶。
- d) 对于凹陷显著区域，可采用纱布搭棚法⁵⁾或石膏小块法⁶⁾进行处理。对于精细度要求较高的，宜采用石膏小块法。

1.2.7 待硅胶内模完全凝固后，手糊制作玻璃纤维增强塑料外模，一层树脂对应一层玻纤布，玻纤布一般贴4层，最后一遍树脂不贴玻纤布。

1.2.8 重复“1.2.6”和“1.2.7”制作中轴线以上部分其余分区的内模和外模。内模制作前应去除上一分区模具相邻边界的橡皮泥，外模制作后应钻孔采用螺丝拼接固定相邻模具。

1.2.9 翻转后，重复“1.2.6~1.2.8”制作中轴线以下部分的内模和外模。最后拼合形成一个完整的单体模具。

1.2.10 石膏外模一般适用于仅中轴线上、下分区制模的情况，步骤如下：

- a) 石膏调配参照“D.2.6”执行。
- b) 先制作中轴线上部分外模，在其内模表面涂刷厚度 3~5cm 的石膏，石膏表面应平整美观。对尺寸较大的外模，应加入纱布或麻布片增强外模强度。
- c) 待石膏凝固后翻转，重复 a) 和 b) 制作中轴线下部分外模。最后拼合形成一个完整的单体模具。

1.3 模型翻制方法

1.3.1 玻璃纤维增强塑料模型翻制步骤和要求如下：

- a) 调配树脂参照“1.2.5”执行。
- b) 打开模具，清洁内模。
- c) 涂刷树脂，第一遍树脂凝固后开始贴玻纤布，一层树脂对应一层玻纤布，最后一遍树脂不贴玻纤布，玻纤布不应少于 1 层，大尺寸模型玻纤布不应少于 2 层，特细小模型可采用纱布代替玻纤布。
- d) 将超出模具边缘的玻纤布涂刷树脂后搭接到相邻模具内侧，合上模具。采用隐形支架装架时，合模前应在中间铺一层薄膜将模型隔开。
- e) 待树脂完全凝固后，打开模具取出模型，打磨清理模型接缝及棱角。

1.3.2 石膏模型翻制步骤和要求如下：

- a) 石膏调配参照“D.2.6”执行。
- b) 打开模具，清洁内模。
- c) 用石膏填满模具。
- d) 石膏初凝前完成合模。
- e) 待石膏完全凝固后，打开模具取出模型，打磨清理模型接缝棱角。

1.4 支架制作方法

1.4.1 根据装架个体大小、重量，选择型号大小合适的钢材进行支架制作。

1.4.2 按姿态设计和支架设计，将骨骼模型有序摆放在平整地面上，重点摆放椎体和肢骨。

1.4.3 制作脊柱梁架，包括背椎、颈椎和尾椎梁架，具体如下：

- a) 根据椎体及身体姿态确定脊椎梁架的长度和分段。一般为背椎一段、尾椎和颈椎各一段，当装架长颈型或长尾型，颈椎或尾椎梁架宜分为多段。

5) 纱布搭棚法，采用纱布对凹陷区表面进行搭棚封贴，在纱布表面涂刷硅胶，纱布搭接应严实，形成封闭气囊。

6) 石膏小块法，采用石膏对凹陷区进行封填，并在石膏表面形成孔洞为外模定位，外模制作前应在石膏表面涂刷脱模剂。

- b) 按背部底侧曲线制弯钢材，制作背椎梁架。
- c) 按颈部底侧曲线制弯钢材，制作颈椎梁架。制作时采用砂轮进行切割打磨，使梁架由前至后逐渐变粗，与背椎梁架平滑对接。
- d) 尾椎梁架参照颈椎梁架制作，使梁架由后至前逐渐变粗，与背椎梁架平滑对接。
- e) 各梁架及其分段的连接宜采用螺栓连接。

1.4.4 制作肢骨支撑，具体如下：

- a) 根据肢骨及站立姿态确定肢骨支撑的长度和分段。一般为股骨或肱骨一段、胫腓骨或尺桡骨一段、其余一段。直立站立姿态可不分段。
- b) 按肢骨内侧曲面分段制弯钢材，制作肢骨支撑。
- c) 各支撑分段、各支撑与梁架的连接均采用螺栓连接。

1.4.5 制作底盘基座，具体如下：

- a) 根据支架重心，确定基座中心，两者应基本重合。
- b) 确定基座尺寸，长度宜大于背长投影，宽度宜大于腹腔宽度投影，保证骨架模型稳定。
- c) 切割钢材，采用相同型号的槽钢制作矩形基座。
- d) 基座、基座与支撑的连接均采用螺栓连接。

1.4.6 制作卡子及接头，具体如下：

- a) 支架上标记所有骨骼模型（化石）的连接位置；骨骼模型（化石）上标注卡子固定位置，每个骨骼模型（化石）的固定位置不宜少于2个。
- b) 根据每个骨骼模型（化石）固定位置的截面大小和形态，采用扁铁制作卡子，卡子分为内侧卡和外侧卡⁷⁾，两侧卡子采用紧固螺栓连接，固定卡紧骨骼模型（化石）。
- c) 采用扁铁制作卡子与支架的连接件，连接件分为卡子端和支架端，卡子端焊接于内侧卡上，支架端焊接于支架上标记的连接位置处，连接件两端采用螺栓连接。

1.4.7 制作支柱、钢丝吊环、脉弧挂钩等其他构件。

1.4.8 支架制作完成后，应进行预装架，调试各部分螺栓连接，并调整支架的姿态及平衡。

1.5 上色方法

1.5.1 骨骼模型上色，包括底色和面色，具体如下：

- a) 根据化石颜色确定面色种类，主要面色一般为一种，其余为次要面色，次要面色根据化石颜色复杂情况可能为多种。
- b) 颜色调配，包括底色、主要面色和次要面色。底色一般为浅白、灰白等浅色系。
- c) 打样试涂，确定面色涂刷顺序，调试面色使其更接近化石颜色。
- d) 上底色，应全部覆盖骨骼模型表面，遮盖骨骼模型原生色。上色前应清洁处理骨骼模型表面，提高底色附着效果。
- e) 上主要面色，底色干透后根据化石主要颜色分布范围进行涂刷，上色后应采用毛巾及时擦拭去除多余颜料，呈现颜色深浅不一、自然逼真的效果。
- f) 上次要面色，参照主要面色方式上次要面色。次要面色应覆盖交接处的主要面色，并采用毛巾及时擦拭，使主要面色和次要面色过渡自然。
- g) 参照化石表面特征，采用勾线笔进行骨骼模型表面特征描绘，主要包括骨纹、缝合线。

1.5.2 支架上漆，包括底色和面色，具体如下：

- a) 先对支架进行抛光处理，去除支架锈迹和杂物。
- b) 调配油漆，油漆颜色应与骨骼模型主要面色区别，一般为灰黑、深灰等暗色系。

7) 内侧卡为骨骼部位内侧面的卡子，外侧卡为骨骼部位外侧面的卡子。

- c) 采用滤网过滤油漆后装入喷枪，以雾状形式喷涂支架。

1.6 组装方法

完成支架制作及上漆、模型上色，最后进行组装，具体步骤如下：

- a) 先安装底盘基座，再安装肢骨支撑和背椎梁架，对称安装颈椎梁架和尾椎梁架，拧紧固定连接螺栓。
- b) 安装骨骼模型（化石）卡子。
- c) 先安装荐椎，其次安装背椎，再对称安装颈椎和尾椎，然后安装肩带、腰带及其他附属骨骼部位，最后安装头部。

附录 J
(规范性)

重点保护古脊椎动物化石分级表

表 J.1 重点保护古脊椎动物化石分级表

分级	模式标本	实体化石		蛋化石、足迹化石		其他化石
		四足类脊椎动物	鱼形类脊椎动物	脊椎动物蛋化石	脊椎动物足迹化石	
一级	已经正式命名的古生物化石的模式标本	具有重大科学价值、数量稀少、保存完整或近于完整的重要类群实体化石；保存特殊埋藏状态、或关键部位特征的重要类群实体化石	具有关键演化价值、我国特有或数量稀少且保存完整的实体化石	整窝或近于整窝保存的、且蛋壳完好的蛋化石，单枚或多枚具有分类学意义的含胚胎蛋化石	规模较大的或集中分布的、特征清晰且指示运动特征的足迹化石	国务院自然资源主管部门确定的其他一级重点保护古脊椎动物化石
二级		具有较重要科学价值、数量稀少、保存较完整的重要类群实体化石	具有重要科学价值、数量稀少、保存完整的实体化石	同窝保存、蛋壳完整且反映部分排列特征的多枚蛋化石	较为集中的特征清晰的足迹化石	国务院自然资源主管部门确定的其他二级重点保护古脊椎动物化石
三级		完整程度较高或保存有重要部位、数量不多，但科学价值一般的实体化石	具有较高科学价值、数量不多、保存完整或较完整的实体化石	蛋壳完好的单枚蛋化石，蛋壳较完好并属于同一窝的少数几枚蛋化石	特征清晰的单个足迹化石，特征较清晰且属于同一组的少数几个足迹化石	国务院自然资源主管部门确定的其他三级重点保护古脊椎动物化石

注：非重点保护古脊椎动物化石为一般保护古脊椎动物化石。

附 录 K
(资料性)
成果报告编制提纲

K.1 化石发掘成果报告编制提纲

K.1.1 前言

包括项目来源、目标任务、工作依据、工作完成情况及质量评述、前人工作程度情况等。

K.1.2 发掘地概况

详细叙述自然地理、地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质等。

K.1.3 发现发掘经过

简述化石发现、调查、发掘经过等。重点介绍发掘过程中的重要环节和事件。

K.1.4 化石发掘成果

统计发掘的化石数量和种类，分析化石组合类型，根据科学价值、稀有性、完整程度对化石进行初步分级，评价化石及其产地的科研、科普、开发利用价值。

K.1.5 化石成因浅析

建立化石地层层序；分析区域沉积环境，初步划分沉积相；分析化石埋藏特征，初步解释生物死亡、搬运、埋藏原因。

K.1.6 化石保护

介绍本次发掘化石的运输、保存情况，以及发掘过程中化石保护情况；发掘后化石产地或发掘遗址的保护现状、环境恢复措施及下步保护建议；发掘遗址保留化石的，应根据化石赋存情况，提出专项的保护措施及建议。

K.1.7 结论及建议

简述发掘工作成果及亮点，总结本次工作存在的不足，提出下步工作建议。

K.1.8 附图附件

附图包括发掘平面图、发掘剖面图、综合柱状图、化石埋藏图等。附件包括化石发掘统计表、发掘影像资料等。

K.2 化石修理成果报告编制提纲

K.2.1 前言

包括项目来源、目标任务、工作依据、工作完成情况及质量评述、前人工作程度情况等。

K.2.2 化石产地概况

简述修理的化石的产地情况，主要包括发掘地的构造、地层、岩性、水文等。简述化石情况，包括化石来源、化石类型、数量以及化石外露、破损等。

K.2.3 化石修理过程

介绍化石开包、粗修、精修、登记、保存的工作过程。重点介绍化石修理情况和修理过程中新发现的重要化石信息。

K.2.4 化石修理成果

鉴定并统计修理的化石数量和种类，分析化石组合类型，根据科学价值、稀有性、完整程度对化石进行分级，评价化石的科研、科普、开发利用价值。

K. 2.5 化石保护

简述化石保存条件和保存方式，介绍化石保存位置，评价化石保护效果。

K. 2.6 结论及建议

简述修理工作成果及亮点，总结本次工作存在的不足，提出下步工作建议。

K. 2.7 附图附件

包括化石信息登记表、入库信息统计表、化石修理影像资料等。

K. 3 化石复原装架成果报告编制提纲

K. 3.1 前言

包括项目来源、目标任务、工作依据、工作完成情况及质量评述、前人工作程度情况等。

K. 3.2 化石概况

简述复原装架化石的来源及其产地情况，重点介绍拟装架化石的保存情况、相近属种研究及装架情况等。

K. 3.3 复原装架过程

介绍鉴定和设计、化石复原、模具制作、模型翻制、上色装架的工作过程。重点阐述属种鉴定依据及结果、复原设计论证情况等。

K. 3.4 复原装架成果

统计模具、骨骼模型、骨架模型的数量，以及装架个体的总长、腹宽、背高、头高、完整度等，评价骨架模型的科普和开发利用价值。

K. 3.5 成果保护

简述模具、骨骼模型、骨架模型的保存条件和保存方式，介绍其库房保存位置，评价保护效果等。

K. 3.6 结论及建议

简述复原装架工作成果及亮点，总结本次工作存在的不足，提出下步工作建议。

K. 3.7 附图附件

附图包括复原装架设计图等。附件包括复原设计数据表、模具入库信息登记表、模型信息登记表、复原装架影像资料等。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国务院令580号《古生物化石保护条例》
 - [2] 中华人民共和国国土资源部令57号《古生物化石保护条例实施办法》
 - [3] 中华人民共和国国务院令592号《土地复垦条例》
 - [4] 国土资发[2012]6号《国家古生物化石分级标准（试行）》
 - [5] 国土资发[2012]6号《国家重点保护古生物化石名录（首批）》
 - [6] 国家文物局2009年《田野考古工作规程》
 - [7] 吉林省田野考古实践与遗址保护研究基地《田野考古技术攻略》
 - [8] 中国科学院1976年译本《动物化石的修理与保存》
 - [9] 中国地质环境监测院2019年《古生物化石产地调查技术要求（讨论稿）》
 - [10] 中国地质环境监测院2019年《古生物化石标本调查技术要求（讨论稿）》
 - [11] 张建军1992《新型脊椎动物化石粘接加固剂的引进及试用比较》
 - [12] 丁今朝2005年《脊椎动物化石的野外发掘与采集》
 - [13] 丁今朝2005年《脊椎动物化石室内修理》
 - [14] 付华林2012年《化石修理中常见的问题及其解决方法》
 - [15] Johannes Karl Fink 2017 《Chemicals and Methods for Conservation and Restoration 》
 - [16] Velson Horie 2010 《Materials for Conservation Organic consolidants, adhesives and coatings (Second edition) 》
 - [17] L. Lopez-Polín 2015 《The preparation and conservation treatments of the human fossils from Lower Pleistocene unit TD6 (Gran Dolina site, Atapuerca) e The 2003e2009 record》
 - [18] Christina Bisulca, Lisa Kronthal Elkin & Amy Davidson 2013 《Consolidation of Fragile Fossil Bone From Ukhaa Tolgod, Mongolia (Late Cretaceous) With Conservare OH100》
-