

# 第十一讲 如何写讨论

讨论部分(Discussion)很多情况下,对于多数学者而言,往往是一篇论文中最难写的部分。当然,对于所有高水平论文而言,也是通篇的精华部分。

作者通过对研究结果的思考,阐明了事物的内部联系和发展规律等之后,将要从深度和广度等方面,对研究结果提出进一步的认识。同时,也为帮助读者更好地理解、吸收研究成果,尤其是通过阅读本论文之后受到哪些启发,起到了和发挥着重要作用。一定程度上,研究的意义及贡献,很大部分都是通过讨论部分展现出来的。讨论写得好,有利于发表在更高影响力的期刊上;讨论写得不好,会影响到论文通篇的质量,会被要求返修,甚至退稿。因此,讨论部分的写作,除了做好大量文献阅读储备和相关知识的积累以外,还需要掌握一些必要的写作技巧。

## 第一节 基本要点

### 一、涵义与目的

“Discussion” is really short for “Discussion of Your Results”。讨论实际上是讨论结果的简称。不言自明,讨论的对象已经确定,即对研究结果进行论述、诠释、推论及评价等。简单来说,讨论的目的在于透过现象看本质,通过对结果数据的进一步剖析,凸显研究的贡献,即创新性与重要性。基于这一点,一篇科学论文的学术价值往往能够通过讨论部分得到体现。这也就是期刊对讨论部分越来越重视的原因,尤其是很多高水平期刊虽然对论文其它部分没有做要求,但是对讨论部分有着严格的要求。而初学者往往容易本末倒置,重视并耗费大量篇幅在结果(Results)和结论(Conclusions)这两个部分,忽视了能让论文大放异彩的讨论部分的写作,使得自己的手稿(manuscript)看起来更像一份“调查报告”而不是“学术成果与贡献”。

综上所述,要写好讨论部分,必须深度挖掘讨论部分的写作信息,做到熟悉并熟练掌握,能够灵活应用。下面从讨论部分的构成要素、内容架构、撰写要求等几个方面出发,向读者详细介绍讨论部分需要写什么、应该怎样写以及如何写的一些基本常识和技巧。

### 二、构成要素

1. 阐述研究主要发现并进行推论。在该部分,作者需要就结果部分中的主要发现进行总结,目的是为了验证引言中所提出的假说或科学问题或研究目标有没有被回答。初学者常会将这一部分的内容与结果中的内容重复。这种做法是不对的。两者之间存在明显区别,不应混淆。其中,结果部分是提供支持讨论部分得出结论的证据,而不做推理。讨论部分是对结果部分的材料提供论据,或是延伸出来的推测等内容。换言之,结果部分是就事论事,仅对 methods 处理的 data 得到的直接数据材料进行客观如实的反映,旨在回答通过研究,得到了什么。讨论部分是对“得到的什么”,进行的升华。一定程度上,也可以说,结果是表象,讨论是

对表象进行的深度挖掘,着重解析造成表象内在科学原理,即回答为什么会“得到什么”的原因。“得到什么”这样的结果意味着什么?

进一步的,我们通过引入一些专业知识,重复以上的表述,以方便读者能够更好的理解。比如,(1)在某一论文引言中,提出的研究目标(objective)是,量化某一区域生态系统服务价值的变化情况。(2)那么,结果部分重点描述的内容就是,该区域生态系统服务价值总量的变化量是多少?在时间序列上,出现了什么样的变化趋势,是增加了还是减少了还是处于波动状态?在空间分布上,又是处于一种什么样的状态,如哪里增加了,哪里降低了,哪里变化最显著,哪里变化不明显,等等。(3)所以,讨论部分的重要内容就是,对造成结果部分出现的 results 进行解释,分析为什么会出现这种趋势以及格局上的变化。或者是,对其中某些重要发现,进行总结并挖掘背后的驱动机制或形成机理。如生态系统服务价值在某一年出现了突变,原因可能是哪些?在某地出现了极值,可能的原因是什么。当然,结果部分的内容往往不止上述内容,研究的发现也可能不止一个。如何找到有意思的研究发现,以及从什么角度出发,进行讨论,需要作者根据研究实际进行合理的、重点突出的组织。下面请看实例:

1. *Ecosystem service trade-offs and synergies misunderstood without landscape history*<sup>①</sup>

(1) **Introduction.** *We ask one primary question: Does examining ES change-over-time ( $\Delta ES$ ) yield a different understanding of ES interactions than a space-for-time approach?*

(2) **Results.**

— *High agreement between space-for-time approaches at different time frames*

— *Little agreement between space-for-time and change-over-time approaches*

(3) **Discussion.** *Our results demonstrate that analyses using space-for-time vs. change-over-time approaches can yield different results, and thus, very different characterizations of ES interactions. Importantly, these approaches differed most in their characterizations of trade-offs as the two approaches always identified different pairwise trade-offs.*

例1中,(1)引言部分提出的科学问题是与空间换时间方法相比,研究ES随时间变化是否会产生对ES相互作用的不同理解?(2)从结果部分的副标题可见,作者将研究结果概括为两点:一是不同时间框架下的空间换时间方法具有高度一致性;二是空间换时间方法与随时间变化方法间一致性甚微。两个副标题下是对这两个结果下不同生态系统服务在不同方法下的协同作用差异的具体表现进行的逐一说明。(3)讨论部分是,基于结果部分的表象,阐释了研究的主要发现:使用空间换时间方法和随时间变化方法进行分析会产生不同的结果,生态系统服务相互作用特征存在显著差异。随后,进一步指出方法本身运用上的差异性。可见,讨论部分是对结果部分的进一步推论。

2. *Strategies to improve environmental networks for pollution control: Evi-*

<sup>①</sup> Tomscha, S. A., Gergel, S. E., 2016. Ecosystem service trade-offs and synergies misunderstood without landscape history. *Ecol. Soc.* 21(1):43 <http://dx.doi.org/10.5751/Es-08345-210143>.

dence from eco-compensation programs in China<sup>①</sup>

—*The findings of this study demonstrate a critical role of network management strategies in improving network implementation in environmental governance. We find that the traditional role of central control diminishes in network implementation in an RNAO environmental network.*

—*We find that mobilizing resources can improve network implementation capacity in environmental governance.*

对于例2,此处仅引用了三句话。该文讨论部分对其主要发现的阐述,分置在了两段中。因为作者需要对其发现展开的问题进行讨论,所以在两段的首句中,开宗明义地给出了对于发现的阐释。可以说,短短三句话,作者清晰地交了自己研究的发现:(1)网络管理策略在提高环境治理中,网络实施起到了关键作用。(2)在RNAO环境网络中,中央控制的传统作用在网络实现中减弱了。(3)资源调动可以提高环境治理中的网络实施能力。这种写作技巧,高效直接地促进了作者观点的输出,使得读者更易于抓住重点。

谨记,讨论部分中不要重复方法和结果,因为这些内容是其它 sections 中的应有内容。当然,如果方法本身是研究的创新点,或者目标期刊要求将结果与讨论结合到一起撰写,即 Results and Discussion,属于例外。

2. 解释研究的意义和重要性。科研的核心是不断弥补知识断层或知识差距(knowledge gap),创新的知识(innovation)具有推动社会前进的价值(significances of theoretical, practical, and empirical)。因此可以在讨论部分对论文研究的意义和重要性进行诠释,突显研究的贡献。换言之,旨在阐释研究结果对于解决某一个或几个问题将提供了什么样帮助。这与引言中的 knowledge gap 逻辑呼应,重点回答“how”(如何)和“why”(为什么)的问题。

3. *Modeling ESV losses caused by urban expansion using cellular automata and geographically weighted regression*<sup>②</sup>

(1) **Introduction.** ... *While many previous studies have assessed ESV and its changes using different methods, few have considered spatial nonstationarity and the spatial prediction of future scenarios.*

(2) **Discussion.** ... *Consequently, ESV patterns related to land-use exhibit strong spatial nonstationarity. This is well described using GWR, which was applied to build the CAGWR model of urban expansion with a 120 m resolution. Such a fine resolution provides more details about ESV losses in quantity and location. Overall, the representation of spatial nonstationarity and the use of finer resolution provide a better understanding of the nuanced ESV losses caused by urban expansion.*

例3中,作者在(1)引言部分提出了当前研究的不足:很少有研究考虑空间非平稳性来评

① Wang X, et al. Strategies to improve environmental networks for pollution control: Evidence from eco-compensation programs in China. *Journal of Environmental Management*, 2019, 234:387-395.

② Chen S R, et al. Modeling ESV losses caused by urban expansion using cellular automata and geographically weighted regression. *Science of The Total Environment*, 712(2020) 136509.

估生态系统服务价值。(2)在讨论部分,首先指出,生态系统服务价值格局确实受空间非平稳性的影响;然后,描述出研究将如何填补当前研究不足的,即采用更精细的分辨率构建了CAGWR模型,来考虑空间非平稳性影响。

通常来说,一篇论文的研究意义,是论文引言中需要提及到的内容。那么为什么还要在讨论部分中也要提及研究意义与重要性呢?显然,侧重点不同,关注点不同,即便是相同主题或内容,表达的方式也不尽相同。

比如说,选取了某一干旱区进行区域生态系统服务评价,而基于已有文献的回顾和总结,发现较少有研究区域选择干旱区的,那么在引言中,研究意义和重要性,可能会着重强调干旱区面临的紧迫现状和问题。如果论文针对干旱区的研究,主要是从研究方法上,通过借鉴非干旱区案例,进行的改进或部分调整性创新。那么,在讨论中,强调的研究意义和重要性,则可能会关注,实践需求与方法改进之间的匹配关系。想必,这种表达的不尽相同,初学者能够了解和区别出来了把。

3. 佐证研究的合理性和可靠性。科学研究的最终目的是服务于人类及人类社会的发展。因此研究结果必须被论证是合理、可靠的才具有价值。常用的方法是将自己的研究发现与前人相似研究进行关联对比,一般存在以下几种情况:(1)研究结果与前人结果相符,说明本研究可靠。(2)研究结果与前人结果类似,但取得了进步,更具有价值,如样本量更大、样本选择更有针对性、范围更广、假设更为合理、精度上有所提高等等。(3)研究结果与前人结果不符,出现这种情况,首先需要反思本研究是否是科学、合理。其次在确保研究过程可靠合理的前提下,解释研究结果的不同之处是什么?为什么不同?这种差异是好的还是存有问题的?必须强调,出现这种情况时,切忌避而不谈。合理正确的做法,给予合理的解释。当然,最好是结合研究过程,如原始数据、处理方法等展开。还可以,与已有成果进行对照分析。极有可能,你找到了一个比较重要的发现,具有较高的学术价值。值得注意的是,进行类比时,需要与权威组织、官方机构或顶级期刊、该领域知名学者大咖们的研究结果进行对比。只有这种对比,才是有效的。切勿与非权威组织、非官方机构或专业领域认可度不高的或非本领域的期刊进行对比。因为这种对比,往往被认为是不专业的,同时也较难以被同行认可,更不容易被本领域高质量期刊接受发表。

#### 4. *Trade-offs and synergies between universal electricity access and climate-change mitigation in Sub-Saharan Africa*<sup>①</sup>

*A comparison of our results to those of other studies shows that our projection of additional annual investment requirements of USD 33 billion to achieve the universal access target is significantly higher than the USD 19 billion estimated by IEA (2011), but within the range of USD 20-50 billion projected by IRENA (2012). Bazilian et al. (2012) estimate that the additional cost of achieving universal electricity access will amount to USD 740 billion between 2011 and 2030, based on an annual average electricity consumption of 1285 kWh per capita in 2030, which is considerably higher than our estimates. This gap can be explained*

<sup>①</sup> Anteneh G. Dagnachew, Paul L. Lucas, Andries F. Hof, Detlef P. van Vuuren. Trade-offs and synergies between universal electricity access and climate change mitigation in Sub-Saharan Africa. *Energy Policy*, 2018, 114.

*by differences between the models in household electricity consumption, household size, cost of technologies, and shares of offgrid technologies in the electricity system. Our estimates of the number of people without access under baseline developments is similar to the estimate by the IEA (2014); 515 million people by 2030 and 530 million people by 2040, respectively. Similarly, our projections for residential electricity demand show an annual average growth rate of 6% and 7% between 2010 and 2030 under BL and UA scenarios, respectively. This is quite similar to the estimate of 6% between 2010 and 2040 projected by the IEA (2014). The same report also shows an average annual growth rate of household electricity consumption of 2-7%, depending on the region, which is similar to our estimate of 2-6%. The two models also agree that the bulk of the investment requirement goes to expansion of the transmission and distribution system in the region.*

例4节选了论文讨论部分中将本研究结果与已有结果进行对比的段落。大家可以看到,作者首先将研究结果在投资上的预测与国际能源机构、国际可再生能源机构的研究结果进行对比。发现测算数值远大于前者,但在后者的估计范围内,在一定程度上印证了本研究结果是合理的。随后,基于2011~2030年实现普遍用电额外成本估计与其它学者研究结果进行对比,发现又远高于自己的估计,即出现了与其他学者研究不相符的情况。作者并没有回避该差异,而是认为这种不同是由评估模型中不同指标的占比份额差距所造成的,较好地解释了该问题。最后将本研究基线开发条件下无法覆盖人口规模的估计、住宅电力需求预测、家庭用电量平均增长率预测与国际能源机构相应预测进行对比,发现预测结果非常相近,从而再次证明本研究结果是合理可靠的。

4. 指出研究的局限性。没有什么科学研究是尽善尽美的。即便是经典论文,多少也会存在某些局限性(limitations)。科研的目的,便是通过不断解决某个阶段中因局限性而导致的发展瓶颈,从而推进科学技术的进步、推动人类社会的发展。因此科学论文存在局限性是很正常的一件事。承认研究的局限性,从某种角度来说,也是在做预判,不仅向编辑及审稿人对论文实验设计提出质疑前,就给出存在的不足,并给合理解释,一定程度上,也会降低被拒稿的风险。需要指出的是,有些所谓的局限性在不影响研究结果的前提下,或者说,局限性是领域内相对共识的不足,是可以不出现在讨论部分中的;在方法部分中给予说明和解释即可。如在环境科学与生态学领域中,某些研究会涉及到遥感图像分辨率的问题。对于某些研究而言,即便分辨率不是很高,但是对研究结果尤其是结论,不会产生显著性影响。这时,论文研究中的局限性,就可以选择在方法部分中进行交代。此处讨论的研究局限性是指,会影响研究结果的精度、准确性,以及完整性等。这些局限性,均需要作者考虑,是否要在讨论部分中进行阐释。

5. 指出未来研究方向。科研是不断弥补前人研究并继续推进的过程。在前沿研究问题上,往往是通过不计其数的科研工作者不懈努力,从而取得一次次的突破,获得更先进的知识和应用。因此,在讨论部分指出未来研究方向是非常重要的构成内容。其主要任务是通过本研究得到的收获,告诉同行、读者还有哪些问题没有解决?后续研究方向可以有哪些?这是论文作者未来将继续探索的方向,同时也为同行提供可能的借鉴和启发。

5. *Assessing environmental interference in northern China using a spatial distance model: From the perspective of geographic detection*<sup>①</sup>

*Due to the spatial heterogeneity of regional environments, there are differences in the interference intensity of the same human activities. Our method can reflect this phenomenon well, but there are **still some defects**. The proposed method is **not sensitive** in identifying and monitoring EI in regions of high-intensity human activities (e. g., in Fig. 5, sample regions E and F located in the Huang-Huai-Hai Plain).*

例5中,论文主要存在两点局限。作者出于与讨论部分中其它内容的衔接,放在了不同的段落中进行阐述。第一点是本研究提出的评价方法在识别、检测高强度人类活动区域中的环境指数不敏感。而在此之前,作者也说明了所突出的EI评价方法的显著优点是可识别不同区域环境对人类活动的真实响应。环境指数作为论文评价方法中的一部分,还可以继续改进,但瑕不掩瑜。所以,本研究所提出的方法仍然是非常具有价值的。

*Due to **limitations of the data**, this study did not integrate additional other human activity factors (i. e., governmental policy, environmental pollution and mining activity) into the analysis. Generally, with changes and transitions in regional landscape types, obvious differences arise in the scope and trajectory of human activities. In fact, the interference as-sociated with human activities is typically derived from complex, hard-to-quantify driving forces (e. g., macro control behaviors of the government and the environmental consciousness of local residents) that are difficult to explain and predict with the current objective assessment models. Therefore, **in the future**, detailed long-term data sets, simulations and experiments involving interference at different spatial scales are needed. Additionally, different assessment methods should be integrated, and investigations of the spatial and temporal changes in EI should include different disciplines to supplement and improve the theoretical basis of EI assessment. Such an approach may provide reasonable suggestions for the governance and restoration of areas where the natural environment has been seriously disturbed or damaged.*

本段中,作者通过首句便指出研究的第二点局限,即受数据限制,未将其它人类活动因素,如政府政策、环境污染和采矿活动等,纳入分析框架中。随后(在第2~3句中),作者坦诚地指出,人类活动范围和轨迹会随着景观类型的变化而变化。由于人类活动对环境干扰具有直接影响,但很多衡量人类活动的驱动因素却是难以量化的。但是,这些难以量化影响又是实实在在对研究具有价值的。限于现有评估模型和数据的限制,难以对这些影响进行量化并纳入分析框架之中,因此对研究结果的准确性产生了一定的影响。所以在此,作者适时地指出了研究的局限性,并随后提出未来研究中解决优化的可能路径:一是需要获取详尽的、长期数据集,进

<sup>①</sup> Wei, W., et al. Assessing environmental interference in northern China using a spatial distance model: From the perspective of geographic detection. *Science of the Total Environment* 709(2020)136170

行不同空间尺度干扰模拟实验。二是整合不同评价方法、不同学科知识,对环境影响评价理论基础进行补充和优化。这里有一点需要强调,在局限性提出未来工作展望时,不宜写得过于详尽。如果作者可以写得很详尽,也就是在告诉读者尤其是审稿人和编辑后续的研究应该怎么做。那么审稿人在审稿时,会产生以下的质疑“为何已明确知道局限性的具体解决方法,却不在本研究中予以反映并充分展现出来呢?”一旦这种想法出现,所写论文会遭遇到有很大机会的被要求重写或增补。这种画蛇添足的做法,不足取。

重复一遍,以上内容要点是:

- (1) 阐述主要发现及推论。
- (2) 解释本研究意义及重要性,交代为什么要做? 做了有什么价值?
- (3) 佐证研究的合理性、可靠性。
- (4) 指出研究的局限性。
- (5) 指出未来研究方向,提供后续研究参考。

### 三、内容架构

在认识了讨论部分构成要素之后,有必要在要素次序上合理安排进行深度认识。需要指出的是,在结构安排上,没有统一的结构范式,更多的是经验之谈。以下分别从认识性论文和方法类论文出发,介绍讨论部分是如何架构的。

1. 认识性论文。是指基于现有的理论、方法,对不同视角、不同研究对象的规律性探究,论文侧重于理论、方法的使用范围推广,旨在寻找不同视角、对象、区域等的规律性差异。这种类型讨论部分架构通常是:(1)佐证研究的合理性、可靠性;(2)解释研究的意义和重要性;(3)阐述研究主要发现;(4)指出研究的局限性;(5)指出未来研究方向。这一部分,与上述构成要素出现次序逻辑一致。下面请看案例:

6. *Assessing landscape eco-risk associated with hilly construction land exploitation in the southwest of China: Trade-off and adaptation*<sup>①</sup>

#### 6.1. *Research content*

—*In this study, multiple intelligent classification algorithms of land cover were compared based on multi-source data, and the intelligent classification algorithm RF with the highest accuracy was selected for land cover classification…… This study combines local development with SDGs, and provides a new idea for revealing the changes of ecosystem service value corresponding to regional land use change and the response of SDGs report. It has attracted the attention of the government and relevant departments, and has made certain contribution to the report and policy formulation of sustainable Development Goals.*

通过阅读本段,可以看到其意在说明研究的可靠性和重要意义。作者首先说明了通过对多源土地利用数据的比较,选择了精度最高的 RF 算法对土地利用进行分类,以此来侧面给出

<sup>①</sup> Qiu H H, Hu B Q, Zhang Z. Impacts of land use change on ecosystem service value based on SDGs report: Taking Guangxi as an example. *Ecological Indicators*, 2021, 108366.

研究基础数据的可靠性,紧接着对研究主要内容进行了简单总结,之后指出了研究的意义——为相关研究提供了新思路,为政策制定做出了贡献。

*—The comparative analysis ..... plays a very important role in..... making our results more reasonable and the final results more accurate. The spatial-temporal analysis of LUCC shows that.....mainly because of ..... The overall situation of.....This may be .....Comparing other studies with similar research areas and the same research methods, it is found that..... The research results are similar to those of Wang and other scholars (Wang and Ma, 2020), With strong feasibility and high credibility.*

在这一段中,还是首先说明了研究的意义,指出分阶段的土地利用数据对比有助于分析土地利用时空变化,使得结果更加准确。紧接着,对研究主要发现进行总结,即湿地和林地的变化趋势,并分别对背后的驱动机制进行了分析。最后,又通过与同类研究的对比,佐证了研究结果的可行性和可信度。

#### 6. 2. Mutual influence of Guangxi development and SDGs decision-making

*According to the first SDG report submitted in 2019.....The same conclusion applies to the development of Guangxi. In Guangxi from 1990 to 2020, both SDG15. 1. 1 and SDG15. 1. 2 showed..... In view of this, Guangxi should pay attention to ..... Take relevant ecological measures.....*

本段还是在总结研究发现,提出广西的研究结果与联合国 SDG 报告的结论一致,并且进一步对与广西的研究发现进行了比析。同时基于分析结果,对广西土地资源开发投资和生态保护方面给出建议。

#### 7. Limitations

*This study conducted an analysis of ..... However, there is no analysis of ..... no simulation of ..... and the exploration and development of SDGs indicators are not comprehensive enough. These will be the direction of next research. This research uses a variety of ..... and has made great breakthroughs ..... However, there is no systematic comparison and analysis of different LUCC types, and the efficiency of the algorithm operation is not high. Therefore, it is worth thinking about how to process massive amounts of data efficiently and quickly. In this study, we used ..... This method is simple, convenient, mature and highly feasible, but ..... However ..... which may lead to inaccurate ESV assessment (Richardson et al., 2015). In addition, the method also ignores .....*

虽然文中作者将研究的局限性单独作为一个部分来写,但实质还是讨论部分的内容。本段从研究内容和研究方法两个方面指出了研究的局限性,如缺乏对驱动机制、未来情景的研究、指标选择不全面、研究方法的运算效率不高、未能考虑动态变化、忽视了其它因素的影响等等,而这也正是下一步研究的方向。值得学习的是,在指出研究局限性之前,都先肯定了研究的贡献性,即内容上分析了土地利用变化对生态系统服务价值的影响。而方法上,一个在土



地利用分类方面取得了突破;另一个则是简单、方便、成熟、可行。这种写法的好处在于,能使审稿人或者读者感受到虽然研究存在一些不足,但瑕不掩瑜,无形中将局限性弱化了。

2. 方法类论文。其基本特点为新方法的提出或现有方法的改进。该类论文的研究重点通常是验证新方法或对改进方法的适用性、精度、条件等进行验证。常用的讨论结构为:(1)阐述研究主要发现并进行推论;(2)佐证研究的合理性与可靠性;(3)指出研究的局限性;(4)阐述研究意义和重要性;(5)指出研究未来方向。

7. *Prediction models of soil heavy metal(loid)s concentration for agricultural land in Dongli: A comparison of regression and random forest*<sup>①</sup>

—*This study presents a comparison between the performances of the LUR and RF models for predicting soil heavy metal(loid) concentrations and their spatial distribution. Several studies have shown……Similarly, our study found that the RF model was more accurate and precise than the LUR model……These superior results could be due to……*

引言中,作者已经清楚交代了 knowledge gap,即 LUR 模型在土壤重金属(soil heavy metal(loid))预测精度上存在局限性。因此研究的重点便是提高预测精度。因此在讨论部分的第一段,第一句话变概括出了本文的研究重点。紧接着,交代了本研究的主要发现:RF 模型比 LUR 模型更准确可靠;并通过引用相同结果文献佐证了发现的合理性和正确性;最后进行推论阐释 RF 模型更优越的原因。

—*The LUR model R<sup>2</sup> values for soil heavy metal(loid)s were below 0.5; this result is inconsistent with the LUR model fitting results for atmospheric pollutant. The reasons for this discrepancy……these results were inconsistent with those of the RF model……Therefore, the LUR models are not ideal for use in the prediction of spatial distribution of heavy metal(loid) and analyzing heavy metal sources in soil. In contrast, by constructing hundreds (or even thousands) of decision trees, the RF model can be used to explore and analyze the complex relationship between hundreds of independent variables and heavy metal(loid) in the soil and have a high accuracy for prediction of pollution concentration and spatial distribution. Meanwhile, RF model results can provide the importance of the variable in order to analyze sources that contribute highly to soil heavy metal(loid) concentrations.*

本段仍是阐述研究的主要发现,推论并佐证研究的合理性与可靠性。首先第一个发现是 LUR 模型预测重金属的结果与大气污染物的拟合结果不一致,然后对可能影响结果的原因进行了推论;第二个发现是 LUR 模型与 RF 模型的结果不一致,作者给出了详细的解释说明,指出了 LUR 模型在考虑因素上存在限制,而 RF 模型考量更全面,因此很好地实现了佐证过程。

<sup>①</sup> Wang, H., et al. Prediction models of soil heavy metal(loid)s concentration for agricultural land in Dongli: A comparison of regression and random forest. *Ecological Indicators* 119(2020)106801.

*However, as random forest uses a large number of individual regression trees, it is difficult for it to explain the overall impact of a single variable (Brokamp et al., 2017). This acts as a trade-off for improving the prediction ability of the random forests, the prediction ability of random forests cover the shortage which is the difficulty of explaining random forests.*

第三段是针对研究局限性展开的。作者指出 RF 模型同样存在局限性,即难以揭示单个变量对总体的影响,但同时也指出,模型预测能力能够弥补这一不足,“功大于过”。

*—Random forests could be implemented in prediction analyses because of their increased accuracy and resistance to multi-collinearity and complex interaction problems as compared to LUR model……The method of causal inference is usually adopted for a well-defined model. In reality, researchers and managers may not really sure which model to choose. At this point, this machine learning method comes in handy.*

*—Random forest model can achieve more accurate prediction of heavy metal (loid) concentration in soil, providing support for soil pollution monitoring, prevention and treatment, and then provide reference opinions for agricultural planning, vegetation planting layout, health risk assessment, etc. At this time, the random forest model reflects its application value and integration with other tool. The random forest model …… The Kriging method considers …… Integrating the Kriging method and the random forest method may take advantage of both to better predict the spatial distribution of soil heavy metal content.*

以上第四、五 2 段都旨在说明研究的重要性和意义。其中,第四段强调了 RF 模型在内的机器学习方法在现实生活中的适用性。第五段指出了 RF 模型预测结果可为土壤污染检测提供支持,为农业规划、种植布局、健康风险评估等提供参考。最后作者提出,将 kriging 方法与 RF 模型结合的改进方法,在预测土壤重金属空间分布上,结果可能会更好的建议。

通过上述案例分析,可以看到:(1)科学论文讨论部分的写作是没有公认的写作范式的。更多的是需要作者进行不断的经验积累。(2)不同论文类型在内容架构上,虽然有所差异,但不同构成要素之间常常会相互组合与交织,不一定严格遵循架构顺序。(3)根据具体情况分析,也可以发现,不是每一个组成要素在讨论部分写作中均要完整的或同等重要程度的呈现。可以说,讨论内容全面或突出了重点,有深度、内在逻辑紧密,就可以了。

#### 四、撰写要求

前文已经介绍了讨论部分的构成。但不同领域、不同类型、甚至不同期刊,均有可能提出特殊要求。下面将从共性与个性两个方面,通过实例予以简单介绍。

##### 1. 共性要求

(1)层次有序,条理清晰。讨论的所有内容需要围绕研究结果展开。按照一定层次,从多个角度进行综合分析。做到主次分明、突出主要问题,切记在次要问题上大费笔墨。讨论时,不能顺序混乱无章,角度之间要做到有差别,切忌不同角度的论述过多重复。如有需要,适当

对论述观点进行副标题备注或编号,是一个非常好的方法。一方面,这会使得讨论的逻辑更为清晰;另一方面,观点的输出更为明了。如例8所示:

该论文在讨论部分使用了副标题,对每一部分的内容进行了总结,并且采用了“总-分”的逻辑结构,观点输出十分明确。

8. *Assessing habitat loss, fragmentation and ecological connectivity in Luxembourg to support spatial planning*<sup>①</sup>

4. *Discussion*

4.1. *Habitat loss, fragmentation, and ecological connectivity in Luxembourg*  
(卢森堡的生境丧失,破碎化和生态联系)

4.2. *Limitations of metrics, indices and the connectivity model* (指标,索引和连接模型的局限性)

i) *the sensitivity of landscape metrics to spatial and thematic resolution and the difficulty of their interpretation when subtle changes occur.* (景观指标对空间和主题分辨率的敏感性以及发生细微变化时难以解释。)

ii) *the potential contradictions between binary and probabilistic connectivity indices.* (二进制和概率连接性索引之间的潜在矛盾。)

iii) *an under-estimation of urban land use/cover classes resistance by the modelled preferred routes and connectivity indices.* (通过建模的首选路线和连通性指数低估了城市土地使用/覆被类别的阻力。)

iv) *the high computational capacity required to run the models.* (运行模型所需的高计算能力)

4.3. *Implications and opportunities for spatial planning* (空间规划的意义和机会)

除了副标题、编号以外,运用适当的单词或语句进行层次划分,同样可以达到条理清晰的目的,如 firstly, secondly, finally 等。

从例8的小标题着手,初学者阅读时不难看出,论文讨论部分主要围绕三点展开:(1)研究区的生境评价结果;(2)采用的研究指标和方法中存在的局限性,并在此小标题下,进一步细分为五点,进行逐一解释;(3)阐述了论文研究的意义。总体上,论文讨论部分是按照“结果分析-研究局限性-研究意义”的逻辑进行组织的。值得注意的是,这种设立副标题的做法要求,标题之间一定要有特定逻辑关系。建议初学者在写作时,也可以按照这种方式实现内容的组织与安排,同时,还是作为自我评价组织的次序是否具有合理逻辑的评判依据。当然,对于读者而言,这个部分也能很好地引出未来研究方向,供读者思考是否在论文所指引的方面着手,寻找解决问题的路径,从而实现创新,推动本领域或研究方向的发展。

(2)论据要有说服力。论据的主要来源,一是论文研究结果。这是最直接、最核心的论据;二是可以从实验设计和理论原理的视角进行辅助说明。以上两点都是与研究过程直接相关的

<sup>①</sup> Javier Babí Almenar, et al. Assessing habitat loss, fragmentation and ecological connectivity in Luxembourg to support spatial planning. *Landscape and Urban Planning*, 189(2019)335-351

论据。除此以外,可以依据已有其它研究成果或分析方法来进行阐述。需要注意的是,当出现不完全相符甚至相反结果时,也可以将之作为论据。但是需要清晰阐明产生差异的原因,如实验设计或方法模型的差异之处,以说明本研究的科学性。这一点非常重要,切忌回避。同时,准确来说,更应该将造成差异的原因,给予详尽阐述。如例 9 所示:

#### 9. Opportunity costs : Who really pays for conservation?<sup>①</sup>

*Previous studies have shown that the efficiency gains of including costs in the planning process are **strongly related to the correlation and relative variability of costs and benefits** (Babcock et al. 1997; Ferraro 2003; Naidoo et al. 2006). Babcock et al. (1997) considered under what conditions cost-efficient allocations for a fixed budget resulted in **large differences in total benefits as compared to simply maximizing total benefits**. They concluded that the two approaches (cost-efficient and maximizing benefits) converge when benefits and costs are negatively correlated and diverge when they are positively correlated. It is therefore **important to understand the spatial variability of the conservation features (benefits) as well as the opportunity costs being considered**. Additionally, the relative spatial patterns of partial costs, considered here, are **likely to influence the importance of choosing the most in formative cost surrogate**. The size of the conservation target for biodiversity features (benefits) might also affect the spatial overlap between areas selected with explicit costs and those selected assuming costs to be homogeneous, but this has not previously been investigated.*

该文在讨论的第一部分中,通过引用前人研究成果“**strongly related to the correlation and relative variability of costs and benefits**”和“**large differences in total benefits as compared to simply maximizing total benefits**”,引证出“**important to understand the spatial variability of the conservation features (benefits) as well as the opportunity costs being considered**”的推论,此为本研究的核心目的。随后指出,前人研究中存在“**likely to influence the importance of choosing the most in formative cost surrogate**”,即已有成果中的 knowledge gap。这时,论文的创新点就不言自明了。论文引用前人成果的目的主要有两点:一是印证了开展本研究的意义所在;二是提出了本研究的创新之所在。

(3)言简意赅地讨论核心问题。在做到信息表达全面并且有条理的前提下,讨论部分要做到尽可能的语言简洁。不要过多着墨于不是很重要的零散问题。因为“文”无完“文”,关键是要让读者知道什么是确信无疑的,什么只是假设推理的。长篇大论往往会损害观点输出的聚焦性。如例 10 所示:

#### 10. Restricted by borders : trade-offs in transboundary conservation planning for large river systems<sup>②</sup>

<sup>①</sup> Adams, V. M., et al. Opportunity costs: Who really pays for conservation? Biological Conservation 143(2010)439-448

<sup>②</sup> Dolezsai, A., et al. Restricted by borders: trade-offs in transboundary conservation planning for large river systems. Biodiversity Conservation(2015)24:1403-1421

*Here, we demonstrate the trade-offs between ease of implementation of conservation recommendations and its cost for freshwater systems shared across different jurisdictional units. We found that in order to achieve conservation targets within river systems completely within Hungary, we would require more area than if collaboration with neighbor countries for protecting very large rivers was feasible. Despite its higher cost we showed that freshwater fish species can be effectively protected in Hungary within the catchments of smaller rivers. Selection of conservation areas within catchments that belong to a single country avoids complex negotiations with other countries, which makes implementation of conservation more feasible.*

对于很多初学者在撰写讨论部分的时候,使用“开门见山”式的写作手法,不失为一种简单但又高效的方法。例 10 就很好地展现了何为“开门见山”式写作手法。以上所引的这一段文字,一共 4 句话。第一句(23 words),直接明了地指出本研究要做什么(权衡保护性建议实施的难易程度,及其在不同管辖区域间共享淡水系统成本间的关系)。第二句(33 words),总结了研究的主要成果,即在研究区内完全实现河流系统的保护目标,与邻国进行合作保护具有可行性,但需要更为广泛的区域和更高的成本。第三句(22 words),指出研究证实了,在较小河流集水区,匈牙利对淡水鱼类具有进行有效保护的能力。第四句(25 words),得出研究的核心结论,即在一个流域内选择某个国家的保护区可以避免与其它国家陷入复杂的谈判中。本段的四句话(平均一句话 25 words),高度概括了研究目的、研究主要成果及研究结论。每一句话,句句击中要害、不发散漫谈。此外,作者还使用了一些标识明显的句型和词语,如“Here, we demonstrate……”、“We found that……”等。这些句型可以非常直接地让读者明白作者要讨论的是什么,具有很强的提示作用,非常值得初学者学习、借鉴以及模仿。

(4)进行推论。讨论部分的写作,旨在对结果进行评论、推论,不是重复叙述结果。不过,讨论部分也并非完全不提及结果,提及的结果之目的是为了进一步推论。当然,有两种比较特殊的情况,初学者需要了解,即部分期刊不要求讨论部分独立,即要求与结果(Results)或结论(Conclusions)部分相结合,这时就需要做出相应的调整。如何将本节内容与其它节内容给予很好的结合,最好的办法是,查阅其目标期刊上最新发表的论文进行对照,仔细辨析同异。

## 二、个性要求

在基本了解了讨论部分撰写的共性要求基础上,现在了解一下个性要求。由于不同的期刊,在要求具体细节上不尽相同,此处仅列举部分(表 11-1),以供读者参考。

表 11-1 部分期刊讨论部分写作要求

期刊	IF2023	Requirement
Environment International	11.8	<i>This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.</i>

续表

期刊	IF2023	Requirement
ISME Journal	11.0	<i>The Discussion should focus on the interpretation and the significance of the findings with concise objective comments that describe their relation to other work in the area. It should not repeat information found in the results. The final paragraph should highlight the main conclusion, and describe the direction that future research should take.</i>
Conservation Letters	8.5	<i>The Discussion section should be separate from the Results section. It allows authors to propose their interpretation of the results, and to suggest what they mean in a wider context. It should end with a clear statement of the main conclusions of the research, and a clear explanation of their importance for conservation policy or practice.</i>
Ecological Indicators	6.9	<i>This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.</i>
Methods in Ecology and Evolution	6.6	<i>This should point out the significance of the results in relation to the reasons for doing the work, and place them in the context of other work.</i>
NEOBIOTA	5.1	<i>Focus on the rigorously supported aspects of your study. Carefully differentiate the results of your study from data obtained from other sources. Interpret your results, relate them to the results of previous research, and discuss the implications of your results or interpretations. Point out results that do not support speculations or the findings of previous research, or that are counter-intuitive. You may choose to include a Speculation subsection in which you pursue new ideas suggested by your research, compare and contrast your research with findings from other systems or other disciplines, pose new questions that are suggested by the results of your study, and suggest ways of answering these new questions.</i>

可以看出,不同期刊对讨论部分写作要求在细节上的差异,如 ISME Journal 在结构上要求更细致一些,Conservation Letters 要求将结果与讨论部分分开写等等。但是,万变不离其宗,前述中的共性要求,在个性要求中还是能够得到体现。在论文写作过程中,初学者应该在把握讨论部分共性要求基础上,查阅目标期刊的作者指南,根据具体要求进行撰写或修改。

第二节 常见问题与案例分析

一、常见问题

1. 论点模糊。讨论内容要中心明确、语言简练。讨论部分不应长篇大论地交代研究背景、研究进展等,这会模糊本应该聚焦的核心观点,而且过多阐述会影响其它部分,如引言部分的功能。即便讨论部分要提及研究背景、研究进展等问题,也需要高度概括,必要时甚至是“一带而过”即可。同时,这些“一带而过”部分也应是为核心观点的输出而服务的。

常见的好的解决方法包括:

(1)之前已经提及到的,采用“开门见山”式的写作方法,直截了当、直奔主题。

(2)建议在写讨论前,重新梳理一遍论文的整体框架,尤其是逻辑框架,厘清为什么做该项研究?研究的意义是什么?采用了什么方法?研究的主要创新是什么?得出了什么样的结果?这些结果和前人成果的异同之处是什么?研究具有哪些局限性?还可以进行哪些方面的优化或改进?未来研究方向是什么?相信通过梳理完以上问题,初学者会有一个较之以前更为清晰的认知。在写作时,与之对照,不至于会出现偏题、观点模糊等情况。当然,这必须是一个长期学习、反复练习和不断完善的过程,不可能一蹴而就。

2. 文献引用不恰当。讨论部分引用文献的主要目的是通过前人研究结果进行对比验证,佐证本研究的合理性与可靠性。但一些初学者在论文引用中,不明所理盲目引用,出现引用与研究主题及核心内容相关性不高甚至无关的论文的情况,忽略了此处引用论文的原本目的、作用及意义。造成这种情况的主要原因大致有:(1)论文作者对讨论部分文献的引用存在认知偏差,如认为引用论文的数量与研究论文的质量正相关,引用越多效果越好。实则不然。(2)研究一定程度上存在不足,研究结果不能完全支撑作者提出的观点。作者试图通过大量文献引用进行弥补。

针对以上问题,可以采用以下解决方法:(1)充分认识到,佐证自己研究结果和与前人成果进行对比时,引用的论文,一定要直接相关。从提升写作论文质量出发,所引用的论文,除了内容上要直接相关以外,还应该是高质量论文,甚至最好是本领域权威或知名学者发表的论文。(2)对于研究不足需要有一个基本的认识,即作为科学研究,如果作者已经发现存在某些不足,此时最好的处理方式是,按照研究设计检验-研究过程检验-推论检验的步骤,逐一核查,检验研究设计的合理性,筛查出问题所在。如果研究设计合理无误,则需要进一步检验研究过程是否严格遵照研究设计进行,是否存在遗漏、疏忽某些关键步骤的操作,导致结果出现问题的情况。当以上两个部分检验并确认无误后,再验证推论是否合理,如作者是否客观地评价自己的研究结果?是否对研究结果推导出现偏差?等原因。切记,在这种发现及解决问题过程中,首先一定要找到症结所在,决不能听之任之,对之视之无物。其次在找出症结之后,应该认真且充分评估是否需要重复一遍。初学者如果存在评估困难,应该及时与导师沟通。面临这种情况,通常的处理方法是,重复一遍。但是,也存在或许由于很多客观原因或困难,造成重复一遍的成本极大。即便出现这种情况,论文讨论部分的写作也应该避免引用不当的发生。这属于不规范的学术道德,必须坚决抵制。

3. 讨论不够深入。此类问题典型的表现是诠释不足,即虽将研究结果与前人研究成果进行了比较,但仅得出与其一致、基本符合的结论,并没有对研究结果相似、现象雷同等方面进行深入比析,给出解释和进一步推论,致使失去了讨论部分存在的意义,极大降低了论文的质量和价值。当然,如果作者对本研究领域的文献积累不足,缺乏全面了解和没有做到及时更新,也会导致这种情况的发生。

## 二、案例分析

考虑到关于讨论部分写作要点的表述较为抽象,下面将通过具体案例,向初学者展示一些写作方法和技巧。希望大家不断加深讨论部分的写作印象,深味讨论中各个部分各是如何写的,如何合理串联起来的。

### 11. *Human footprint in Tibet: Assessing the spatial layout and effectiveness*

of nature reserves<sup>①</sup>

## 5. Discussion

### 5.1. Comparison with global datasets

第一个子标题就开宗明义的指出了讨论的核心内容,即与全球数据集的对比。讨论部分中,采用副标题的形式,可以让各个部分的层次明显。同时,读者也可以很清楚地知道论文接下来会要讨论什么。这种写作方法简单易学,并且行之有效。建议初学者尽快熟悉掌握,并能够灵活应用。

① *Because of the simplicity of the global method for mapping the human footprint (Sanderson et al., 2002; Venter et al., 2016), we adapted it and took five categories of human pressure into consideration to map the human footprint in Tibet for 1990 and 2010 using more accurate data at the regional scale.* ② *This method could also be used in many other case studies by taking characteristics at the regional scale into consideration (Allan et al., 2017; Gonzalez-Abraham et al., 2015; Tapia-Armijos et al., 2017; Woolmer et al., 2008).* ③ *In addition, with the advent of the era of big data, crowdsourcing and Google Earth have been used to create maps of human impacts (See et al., 2016), which is a more effective approach compared to traditional geographical information system (GIS)-based mapping methods.*

本段主要是讨论本研究在方法上的创新。作者依次交代了几个有效信息:(1)句①中,通过引用前人研究成果指出,考虑到人类足迹全球方法较为简单,因此在本研究中进行调整并归为5类人类活动压力。在此基础上,以更精准的区域数据,对西藏1990~2010年的人类足迹进行描绘。不难看出,句①以非常简练的方式,交代了本研究主要做了什么,使得读者一目了然。(2)此处还有个细节值得注意。在说明现有方法简便时,论文是通过引用文献的方式实现的。其中,所引的2篇文献分别发表于2002年和2016年。本论文发表于2018年。从时间关系看,这种引用非常合理、得当。如果只引用了2002年的文献,极有可能被认为,作者对相关领域的研究进展了解不充分、不全面,存在不关注最新研究成果和进展的情况。(3)句②中,交代了基于区域尺度特征的考虑,论文提出的方法适用于其它案例的研究。其实,这也是通过前人研究成果得出的结论,即人类足迹方法是可以进行区域研究的延伸。当然,这也就佐证了本研究的合理性,或方法适用于本研究范围,得到了体现。(4)句③中,作者强调了由于大数据时代的到来,crowdsourcing和Google Earth已经被运用到了反映人类影响地图的制作上了,与传统GIS制图方法相比更为有效。(5)句③很好地说明了,论文中的方法具有较为广泛应用的基础。但是美中不足的是,文中的交代还略显的不够详尽,无论是在引言部分还是方法部分都没有提及。通过以上分析,我们总结出以下要点:

(1)可采用副标题的形式开展讨论部分的写作。

(2)开门见山式写法,概括核心内容清晰且简明扼要。

① Li S, Wu J, Jian G, et al. Human footprint in Tibet: Assessing the spatial layout and effectiveness of nature reserves. *Science of the Total Environment*, 2018, 621:18-29.



(3)在阐明研究不足时,通过引用文献予以辅助说明,是一种值得熟练使用的写作好方法。其中,引用文献要与主题相符,发表年份合理,最好是经典或高质量论文。

(4)加强交代论文研究的合理性。如果是研究方法的创新,应设置在讨论部分的较前位置。

(5)涉及到论文研究的创新性等方面的讨论,最好简明扼要、突出重点,同时又能够指出具体体现在哪些方面。

下面,让我们看看例 11 中 5.1 节的后续内容:

①*Next, we compared our results with the human footprint map from the global datasets (Venter et al., 2016).* ②*Because of the differences in the human pressures considered, the absolute value was not comparable.* ③*Therefore, the values were normalized before comparison and we only considered differences in the spatial pattern and changes in the human footprint.*

句①明确指出,将研究结果与全球数据集的人类足迹图进行比较,简明扼要并直截了当地交代了下面研究做了什么。通常,在交代具体研究内容时,有两种常用方式:(1)在开头部分,完成全面交代;(2)结合段落内容的衔接,交代下一部分内容。这两种方法,本质上,没有优劣之分。仅是研究特点与作者写作习惯有所差别而已。句②交代了,由于人类压力的差异,是无法对绝对值进行直接比较的。解释了对比内容上的一些细节内容。句③紧紧衔接句②指出,因此对这些数值进行了标准化处理之后才进行比较。并且进一步指出,研究仅考虑空间模式和人类足迹变化间的差异。此处的逻辑衔接,做得非常到位,既明确了数据需要进行标准化处理的原因,同时也准确界定了研究的范围和聚焦点,即空间模式与人类足迹变化这两个方面。对这一段,总结如下:

(1)考虑到研究特点和写作习惯,可以对研究内容进行一次性全面交代或分步交代。

(2)注重逻辑衔接,注意内容铺垫上要做到合理,并且通过正确连词表述出这种逻辑关系。

(3)清晰确准的界定出研究的考量范畴,聚焦关注点。

以下是第三段的分析:

①*Both sets of results show that the regions with a large HFS and significant growth in the score were located in the central and eastern parts of Tibet and the regions with low scores were in the northeastern part (Fig. 8).* ②*However, the magnitude and scope of the growth identified in the current study were greater than those of the global datasets, possibly due to the more comprehensive and accurate data that were used in this study.* ③*Specifically, the roads, railways, and pasture land datasets used in the global datasets were static while they were dynamic in this study.* ④*The influence of the Qinghai-Tibet highway and railway on the ecological environment is shown in Fig. 8 (a3).* ⑤*However, this influence is not revealed in the global datasets.* ⑥*The major roadways in this study include expressways, national-, provincial-, county-, and rural-level highways, but they were unavailable in the global datasets.*

在前两段中,作者交代了研究做了什么、需要进行什么样的处理(数据比较),因此第三段

首句便很好地衔接前面的逻辑,扼要地交代了数据比较的结果。在句②中,作者指出,研究结果,即增长幅度和范围,大于全球数据集情况。此处,作者没有回避出现的差异,而是给出了可能的原因,即研究使用了更全面、精准的数据。句③中,作者进一步分析了为什么研究结果上存在差异,即,在全球数据集中,道路、铁路和牧场的数据是静态的,但实质上,以上数据是动态过程。在第④~⑤两句中,作者指出公路、铁路等对生态环境的影响在全球数据集中没有得到显现。并且通过句⑤直击要害地解释了为什么研究结果与全球数据集结果出现差异的根本原因,即研究纳入了涵盖多种公路类型道路对生境的影响评估,但这些数据在全球数据集中是无法获取的。可以说,该段是一个非常经典的例子,即当发现研究结果与前人或其它权威机构结果不相符或不完全相符时,如何进行合理地解释,并分析造成差异的原因。对这一段的总结如下:

(1)将研究结果与前人成果或权威机构数据进行对比,佐证其合理性和可靠性。

(2)当发现不相符时,进行严密的逻辑推理,找到差异源头,并予以合理解释。

以下是第四段的分析:

① *The major roadways in this study include expressways, national, provincial, county, and rural-level highways, but they were unavailable in the global datasets.* ② *The global human footprint increased by just 9% over the 16 years considered by Venter et al. (2016).* ③ *However, the value for Tibet increased by 32.35% during 1990-2010, indicating that Tibet is a hotspot of growth in human activity and it is threatened by more human pressures.* ④ *This can be of great help in terms of informing relevant policies and practices.*

本段主要交代了研究的理论价值和主要意义。一方面,与前人成果相比,在过去一段时间内,全球人类足迹仅增加了9%,而研究区却增加了32.35%,因此研究区是人类活动的热点地区,受到了更为强烈的人类压力干扰。另一方面,研究区的主要结果,对于相关政策与实践举措的制定,提供了有效的参考价值。本段的总结是:

(1)对研究价值和意义分析时不宜笼统概括,最好结合背景或研究结果、或特征阐述。这种列举事实的方法,值得推荐。

以下是第二部分的分析:

## 5.2. Optimization of the spatial layout of nature reserves

① *Our results show that the HFSs inside the NRs of Tibet were generally low when they were created.* ② *Therefore, there is no need to remove most human activities from NRs during the management process, although 34.47% of the area of Tibet has NR status, which is greater than any other provinces in China.* ③ *And the use of land as a NR does not significantly affect the economic development of Tibet because of the excessive restrictions on human activities inside NRs.* ④ *There is little conflict between ecological protection and human activity in Tibet generally, and the overall spatial layout of NRs is considered to be rational.*

在第一段第①~②句中,首先概括了研究中的一个发现,并基于此进行了推论,即认为在管理过程中,尽管西藏34.47%的地区处于自然保护区状态,这一比例高于中国任何其它省份,但是没有必要将大多数人类活动从自然保护区中移除。简述结果(发现)+进行推论,这种

方式在讨论的写法较为普遍。第③~④句是对推论的解释,即保护区内由于受到严格控制,因此对经济发展没有产生显著影响。同时,生态保护与人类活动总体上没有冲突,所以自然保护区的总体空间布局被认为是合理的。以下是本段总结:

(1)重要结果概述+推论+推论原因解释,这种写作方式逻辑结构合理、表达含义清晰,值得学习。

我们接着分析下一段:

① *However, the spatial layout of national and provincial NRs in Tibet can also be optimized in terms of their human footprint.* ② *There were 12 of the 22 NRs investigated where the HFSs were larger than the average value for Tibet.* ③ *Major roads pass directly through the Qomolangma, Gongbu, and Markam Yunnan Golden Monkey NRs, and further investigations are needed for these sites.* ④ *To conserve biodiversity and ecosystem services in these areas, the government needs to take more effective measures, such as removing some human activities (mining, major roadways, villages, and towns).* ⑤ *Alternatively, if the spatial extent of these NRs is irrational (e. g., including areas of low conservation value and failing to cover the main conservation targets), the government may need to adjust the boundaries of these NRs.*

本段首句是对上一段在逻辑上的衔接,即,前一段提出西藏自然保护区空间格局是合理的,随即指出,但是国家和省级自然保护区的空间布局还是可以依据人类足迹进行优化。然后,第②句交代了提出这一推论的原因,即在被调查的22个自然保护区中,有12个的人为干扰因子大于均值水平。接着,在第③~⑤句中,给出了一些具体说明,如(1)主要道路直接穿过一些自然保护区,需要进一步调查。(2)为保护生物多样性和生态系统服务,政府需要采取更有效的措施,如消除一些人类活动(采矿、主要道路、村庄和城镇)。(3)一些自然保护区的空间范围是不合理的(包括保护价值较低的区域、未能覆盖主要保护目标的区域),需要调整这些自然保护区区域的边界。因此,本段的写作总结是:

(1)紧密围绕一个点,提出推论+给出支撑依据+提出建议,一气呵成。

我们再分析下一段:

① *For example, during the establishment of Qomolangma NR, the local government designated the whole territory of Dingri, Nyalam, and Jilong counties as the NR, and even some towns were designated as core zones of the reserve.* ② *This was irrational and resulted in ineffective management, while also restricting socio-economic development in the local area.* ③ *The government now plans to remove villages from altitudes higher than 4500 m from the reserve, and will also adjust the boundary of the reserve to exclude urban areas with a large population from the NR (Deng, 2017).* ④ *A similar situation exists in Gongbu (No. 45 in Fig. 1) (Luo and Meng, 2014) and Black-necked Crane at Mid-stream of the Yarlung Zangbo (No. 3 in Fig. 1) NRs (Xu et al., 2009).* ⑤ *The removal of human activities inside these reserves and the adjustment of their borders are urgently needed.*

本段是对上一段的逻辑衔接,举例分析上一段中提及的保护区边界调整的建议。文中指出,在珠穆朗玛峰自然保护区设立期间,将几个县的整个行政区甚至部分城镇划为核心区,这是不合理的,不仅导致了管理无效,同时也限制了当地社会经济发展,并通过提供依据佐证了其推论,即对保护区边界调整,同时也要将人口聚集的城市地区排除在保护区外。其实在上一段中,隐含了该问题,即应该如何采取更有效措施进行边界调整。在本段中,作者对隐含的问题进行了逐一回答。可见,深入分析是讨论部分的基本要求,这也是很多初学者把握不好的地方。本段的写法,较好地给我们展示了何为深入分析、应该怎样进行深入分析。本段总结如下:

(1)段落间需要有效的逻辑衔接。其中,递进的逻辑关系,是一种重要的写作手法。

(2)讨论时,除了局限性外,尽量做到不留疑惑。通过不断挖掘讨论部分的内涵,进行深入讨论。

我们接着分析下一段:

① *In addition, attention should also be given to regions without protected areas, where intense human activities occur, but are also very important for biodiversity and ecosystem services.* ② *For example, the southeastern part of Tibet does not currently have any protected areas, but it has been identified as an important location for the conservation of amphibian diversity (Chen et al., 2017).* ③ *It is also an important area of key regulating ecosystem services (Xu et al., 2017).* ④ *Therefore, studies are required to assess these conservation needs before the area is disturbed by human activities.*

该段很好地体现了讨论的系统性和全面性。在上一段中,关注的重点是保护区,那么读者阅读时,自然而然地会想到,对于非保护区的区域而言,又该如何呢?虽然本文是针对自然保护区开展的,但同样值得思考这个问题。对此,作者分别引用了两处文献,给予强调。进而提出了未来研究的关注点,即对非保护区的区域的保护要求进行考虑及必要的评估。本段的总结如下:

(1)讨论时,要注重逻辑的包含关系,尽可能的进行全面讨论。即,对同一个事物进行多方面多层次的讨论。

由于例 11 的 5.3. *Challenges of management of nature reserves* 写作结构与 5.2 类似,我们直接跳转到讨论最后一部分 5.4 节。

#### 5.4. *Limitations and future work*

① *As a remote area, data availability in Tibet is poor and inventory records lag behind those of the mid-east regions of China.* ② *In this study, the population density, grazing density, and nighttime lights data for 1990 were unavailable in the mapping of the human footprint, so extrapolation (for population density and grazing density data) or replacement with data of neighboring years (nighttime lights data for 1992) were carried out.* ③ *So the human footprint of 1990 actually represents that of the early 1990s.* ④ *Moreover, the geographically explicit grazing intensity data for Tibet were unavailable, and therefore county-scale data were used.* ⑤ *This may reduce the reliability of results at 1 km resolution considering that the average area of counties in Tibet is about  $1.66 \times 10^4 \text{ km}^2$ . More*

*and better data are necessary to improve the analysis in future work.*

首先需说明的是,该部分涵盖了多个段落,而每个段落的结构都很近似,因此仅以其中两个段落为例进行说明。

本部分标题为局限性和未来工作,很好地回应了前面小节中研究局限性讨论与未来研究方向展望的内容。在首句中,作者直截了当地指出研究中存在的 limitation,即作为偏远地区,数据的可用性很差,数据记录远远落后于东中部地区。由于数据的可用性,对研究产生的影响是多方面的,因此,作者在句②中,便指出研究是如何克服这个局限性的,即通过使用外推(人口、放牧密度)或邻近年份替换(1992 夜间灯光数据)的方式进行数据处理。显然,如果不做以上处理,研究精度将会受到影响。与那些不影响研究结果的局限性不同,为了保证结果的有效性需要进行数据处理,作者也在此阐释了其次优方案。在这一部分,本文采用了“局限性提出+相应处理方法”的写作逻辑,让读者明白为了保证研究结果的有效性,研究者对局限性采用了什么方法进行了克服。但是,无论如何处理,这都是次优方案,因此,作者在最后也提出了,未来的研究工作仍然是采用更多更新更精准的数据来进行分析。

下面,来看另外一段:

① *The selection of the human pressure indices and the influence of score assignment also need refinement.* ② *As with all attempts to map cumulative activities, we did not fully account for all human pressures, including tourism (Tian, 2016) and pollution (Guzzella et al., 2016), which makes this a conservative assessment of the likely threats.* ③ *For example, studies have shown that traffic volume also influences the ecological environment (Theobald, 2010), but the unavailability of traffic volume data at a 1 km scale forced us to neglect this human pressure at present.* ④ *Sanderson et al. (2002) also suggested that understanding how human pressures quantitatively translate into impacts, or how they should be weighted against each other, is an important area of study.* ⑤ *Taking Qinghai-Tibet railway as an example, we know that the distance people travel from the railway varies in different places of Tibet, and therefore their influences on nature are different.* ⑥ *In this study, we only assigned the same influence scores to the same distance based on relevant studies at regional scale (Chen et al., 2003; Chen et al., 2007; Li et al., 2010; Li et al., 2017b), and on our own expert judgement regarding road construction in Tibet (Peng et al., 2007; Zhou et al., 2008).* ⑦ *More evidences concerning the influence assignment of human pressures in Tibet are necessary to overcome this limitation and improve the accuracy of the analysis in the future.*

本段是上一段的延续。上一段提及的局限性,主要是体现在外部条件上,如数据的可获取性;而本段则主要表现在研究实验设计的内在环节上。如句①指出,人力压力指标的选择和分数分配的影响也需要细化。当然,与之前的写法逻辑相似,句②就开始进行解释为什么没有考虑的原因了。为了增强说服力,作者都通过引用文献的方法来佐证自己的观点。后面几句,此处不再逐一赘述。需要指出的是,有心的读者可以尝试比较一下,英文和中文、高质量英文与非高质量

英文文献在讨论上的差别,这段也是一个很好的案例。大家会发现,在很多期刊中,如前文所述,或者将结果与讨论部分合并在一起,或者在讨论部分中当涉及局限性、未来工作展望等方面的写作时,比较笼统,有时甚至一笔带过。所以如何写好讨论部分,也需要精心构思,认真揣摩。

以上两段的总结如下:

(1)讨论部分讨论局限性是非常重要的环节,可以尝试从局限性的外部性和内部性条件视角分别予以阐述。

(2)在讨论局限性时,不能点到即止,建议可以采用“局限性提出+相应处理方法”的写作逻辑的写作方法,逻辑组织严密,满足了读者阅读的兴趣,保证了研究的聚焦性。

(3)对于暂时还难以克服的局限性,除了需要明确指出以外,最好还可以结合未来研究工作展望进行展开。

本节已不止一次提到,讨论作为大多数学者研究论文中最难写的一个部分,它既有深度和广度的硬性要求,但同时却不存在固定的写作流程。对于不同的研究领域、不同类型的论文而言,讨论部分的写作存在很多方面的差异。建议初学者在进行本部分的练习时,多阅读学习顶级期刊和学术大咖们的论文,体会他们在该部分写作时采用的技巧和组织的逻辑关系。这对于提高科学论文撰写水平有很大的帮助。

### 第三节 思考与练习

#### 一、课后思考

本讲对讨论的构成要素进行了较为系统的阐述,并以认识性论文和方法类论文两种类型为例介绍了讨论部分的内容架构,同时从共性和个性两个视角对讨论部分的写作要求进行了探讨。尽管我们一再强调讨论部分的撰写,要遵从期刊要求,然而事实上,大部分期刊的要求多数是不具体的,尤其是当对该部分的篇幅有字数限制时,如何写作,尤其是对写作内容的遴选显得尤为重要。比如,是不是将文中讲到的构成要素都包含进去了?如果不包含全部,仅包含部分的话,又该如何组合?不同组合的优劣各是什么?这些都是需要作者在撰写过程中认真思考。

强化与导师的沟通很重要也很必要。导师不仅是对论文写作有着丰富经验的“过来人”,而且对作者所研究的学科领域有着深入的认知和全局上的把握。因此,当遇到难以抉择的情况时,不妨多与导师沟通。这不仅能有效解决初学者遇到的问题,可能还会提出一些新的见解,使得作者在写作过程中带来“意外收获”。

#### 二、课后练习

(1)尝试收集本领域 Top 期刊(最好是自己所研究的方向)的相关最新发表的论文,着重阅读其讨论部分,看看这些论文都是如何进行该部分写作的,尝试总结其组织的逻辑思路和表述的方法与技巧。与本讲所述内容逐一比对,看看有哪些不一样的地方。想一想,为什么?如果不明白的话,是不是可以找一下学长或导师,咨询请教一下,搞清楚、弄明白。

(2)尝试根据本讲内容并带着上述思考,撰写论文讨论部分,并按照总结部分的提示,逐项修改。

(3)尝试找出、纠正曾阅读过的文献中讨论部分撰写不合理、不规范的部分,并将其整理在表格中,并记录下来。在学习过程中,我们需要的不仅是“优秀范例”,而且更需要的是“错题本”。通过温故知新的方法,在自己脑海中形成“烙印”,将之转化为写作的“本能”,这样就会很快提高自己的写作能力了。

(4)尝试给自己的同学所撰写的论文,尤其是讨论部分挑毛病,提问题,并且提供自己的修改意见。在不能说服对方时,建议向学长或导师请教,直至达成共识,写出都认可或较为满意的修改稿。