

基于 fme 的土地利用与夜光遥感数据综合统计

摘要：本文使用 FME 空间数据转换处理软件，对土地利用数据和夜光遥感影像数据进行综合统计分析研究，获取不同地域、不同类型、不同时期的综合统计信息，从时空域上分析这些数据，以呈现出我国近些年来的区域经济发展态势，对于区域发展评估、国土空间规划等具有重要意义。

1. 任务背景

土地利用能够为人类提供各类产品和服务，具有环境功能、社会功能和经济功能等多功能特性，是评估土地利用效应、合理性及可持续性的重要手段。夜光遥感能够有效获取经济社会发展动态，评估经济社会发展可能存在的宏观问题。开展土地利用与夜光遥感数据综合统计研究，从土地利用的角度分析近年来我国各省域的夜光遥感指标数据，为区域可持续发展研究提供一种有效途径。

本文充分利用 FME 强大的空间数据处理能力，综合运用土地利用分类数据和夜光遥感影像数据，通过数据准备、土地利用分类数据处理、夜光遥感数据处理、叠加分类综合统计等数据处理过程，按省域获取不同地域、不同类型、不同时期的综合统计数据信息，能够为社会经济发展研究、国土空间规划等提供快速、可靠的数据支撑。

2. 基于 FME 的技术路线

2.1 数据准备

依据项目研究目标，收集相关数据资源，并经过分类整理与分析，以及必要的预处理，满足叠加分类统计分析的需求。

(1) 任务范围线数据。获取资源环境科学与数据中心网站的中国省级行政边界矢量数据，采用 shp 格式 Krasovsky_1940_Albers 坐标系。数据可作为研究区域范围界定以及其他数据处理的范围依据。

(2) 土地利用数据。获取资源环境科学与数据中心网站的多时期中国土地利用遥感监测栅格数据，采用 GRID 格式 Krasovsky_1940_Albers 坐标系。数据集包括 1970 年代末期（1980）-2020 年共九期，数据生产制作是以各期 Landsat 8/TM/ETM 遥感影像为主要数据源，通过人工目视解译生成。土地利用类型包括耕地、林地、草地、水域、居民地和未利用土地 6 个一级类型以及 25 个二级类型，本项目主要关注居民地相关分类，具体分类如表 1 所示。数据准备时以不同年份数值为上一级文件夹统一存放各省份分区数据，便于以不同时期为主线进行分类统计。

表 1 居民地相关分类系统

一级类型		二级类型		
编号	名称	编号	名称	含义
5	城乡、工矿、居民用地	-	-	指城乡居民点及其以外的工矿、交通等用地。
-	-	51	城镇用地	指大、中、小城市及县镇以上建成区用地。
-	-	52	农村居民点	指独立于城镇以外的农村居民点。
-	-	53	其它建设用地	指厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地以及交通道路、机场及特殊用地。

(3) 夜光遥感数据。获取科罗拉多矿业大学提供的 NPP 夜间灯光遥感数据，主要以经过了一定校正处理和合成的月尺度数据为主。文件以压缩

的 tarball 传送，每个压缩包包含一组地理位置。数据采用 GeoTIFF 格式 WGS 1984 地理坐标系。按照研究区域主要下载 75N060E 片区数据，文件命名示例：

SVDNB_npp_20200401-20200430_75N060E_vcmcfg_v10_c202006121200_avg_rade9h.tif。数据准备时可将解压后不同年份的 GeoTIFF 格式月度数据统一存放至一个文件夹内。

2.2 土地利用数据处理

土地利用数据处理主要是对获取的原始土地利用遥感监测栅格数据按照不同年份分类，经过坐标转换、镶嵌、栅格矢量化、重分类及融合、分区提取等处理，获取待统计区域的土地利用分类数据。具体处理流程如图 1 所示。

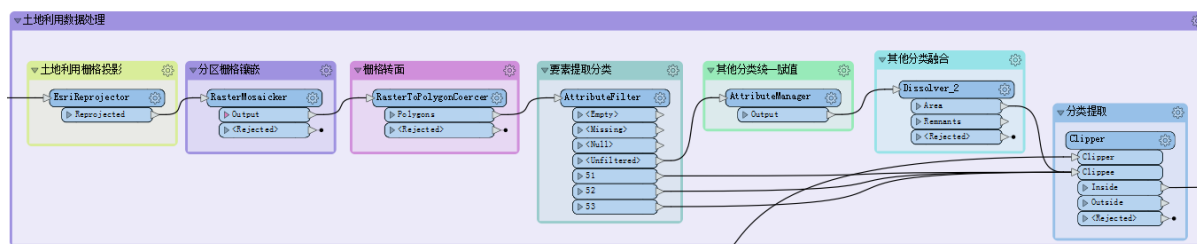


图 1 土地利用数据处理

原始土地利用遥感监测栅格数据采用 Krasovsky_1940_Albers 坐标系，为了最终分类统计面积的准确性，特统一转换至 Asia_North_Albers_Equal_Area_Conic 坐标系，采用 EsriReprojector 转换器进行处理，以便充分利用 ESRI 已有重投影库参数模型。参数设置如图 2 所示：

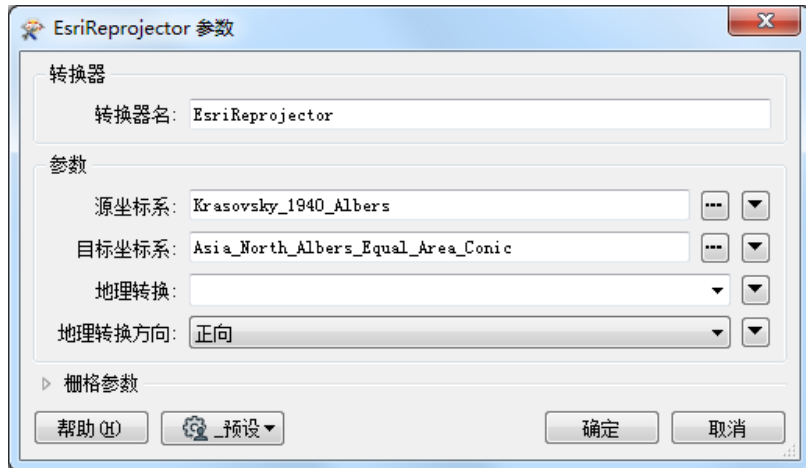


图 2 坐标转换参数设置

土地利用遥感监测栅格数据是按照不同年份不同省份进行的存储，为了便于后期依据新的分区进行叠加统计，需要将现有分散数据统一整合，并保留数据年份信息。采用 RasterMosaicker 转换器镶嵌同一年份数据，增加“地类年份”字段，并以原始数据暴露的属性项“fme_basename”为基础赋值相应属性。参数设置如图 3 所示：



图 3 地类年份取值参数设置

栅格矢量化采用 RasterToPolygonCoercer 转换器将栅格转换为矢量面数据，并保留数据中地类代码值为“地类”字段。以便于后期在矢量面数据的基础上，依据不同的地类代码进行精准的叠加统计。

采用 AttributeFilter 转换器将矢量面数据按照地类代码 51、52、53 进行分类输出，同时输出其他分类数据。对于其他分类数据作为一个整体

研究，需采用 AttributeManager 转换器进行统一地类代码赋值，仅限数值型，以 77 为例，便于在最终统计表中统一替换为“其他”类型。再采用 Dissolver 转换器将新赋值地类融合为一个整体，便于后期同类统计。



图 4 要素分类输出参数设置

当然，对于要素分类输出也可以采用 TestFilter 转换器设置必要的测试条件过滤要素分类输出，无论采用哪种方式都不可避免要对其他地类数据进行统一赋值、融合的过程，个人倾向于采用 AttributeFilter 转换器参数设置便捷一些。

为了进行分区统计，还需采用 Clipper 转换器结合新的省级分区范围矢量面数据进行分区裁切输出。将提取的土地利用分类数据作为被裁切的对象，分区范围面作为裁切对象，同时选择合并属性参数项，便于后期依据不同类型值分类统计。

2.3 夜光遥感数据处理

NPP 夜光遥感影像数据处理主要是通过坐标转换、裁切、栅格镶嵌、栅格矢量化等步骤，实现待叠加统计区域夜光遥感影像数据提取。具体处理流程如图 5 所示：

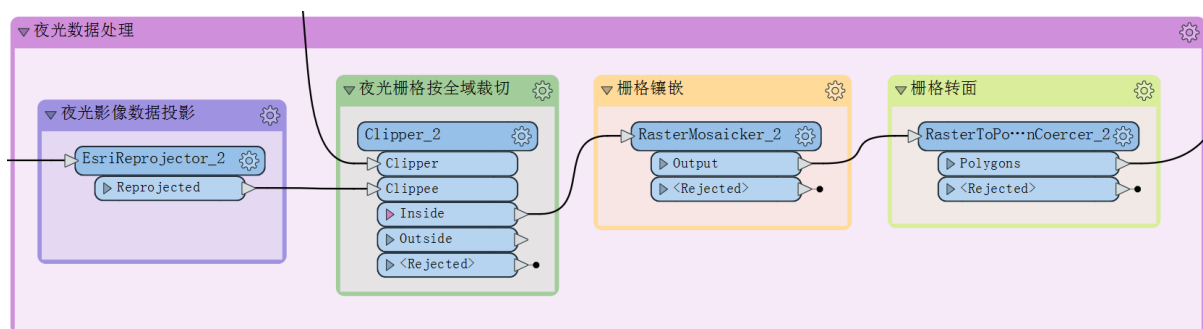


图 5 夜光遥感数据处理流程

原始夜光遥感影像数据采用 WGS 1984 地理坐标系，需使用 EsriReprojector 转换器投影至 Asia_North_Albers_Equal_Area_Conic 坐标系，投影方法同土地利用数据坐标系转换，便于数据在统一的坐标系下开展叠加分类统计。

研究区域是位于 75N060E 片区的夜光遥感影像数据，覆盖范围包含中国全境以及周边国家区域，数据量较大，需要采用 Clipper 转换器结合研究范围界线进行裁剪输出，避免过多数据冗余，提高数据处理效率。同时在裁剪过程中添加“夜光年份”字段，利用字符串函数 Substring 结合数据读取时暴露的属性项“fme_basename”进行自动赋值，作为叠加分类统计的区分类型之一。

夜光遥感影像数据因部分年尺度数据无法获取，故采用经过了一定校正处理和合成的月尺度数据，利用 RasterMosaicker 转换器镶嵌为年尺度的平均数据，镶嵌过程中以“夜光年份”字段为分组进行，便于叠加分类

统计尺度保持一致。具体参数设置如图 6 所示：

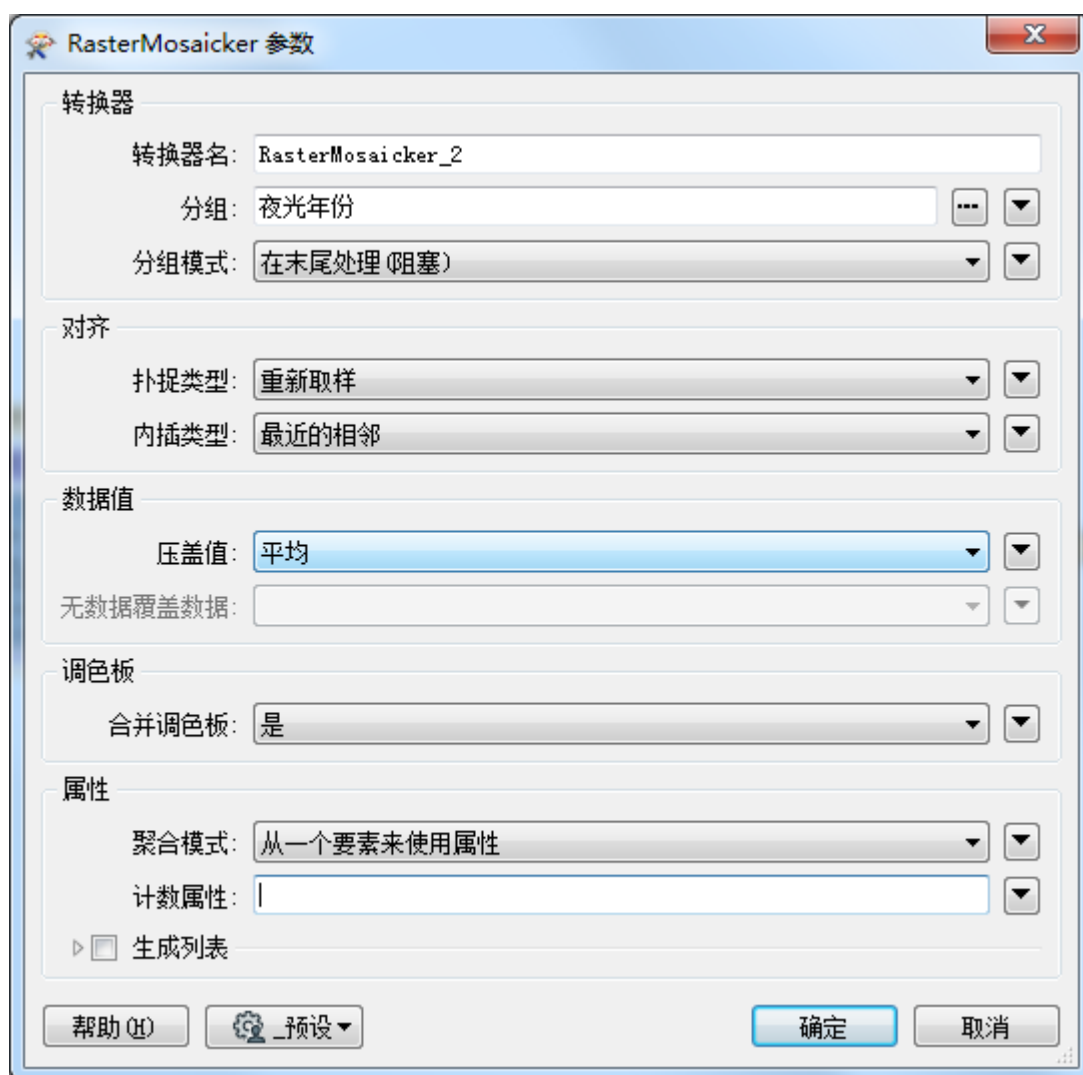


图 6 夜光遥感影像数据镶嵌参数设置

然后需要利用 RasterToPolygonCoercer 转换器将影像数据矢量化为面数据，保留数据属性为“灯光值”。矢量化面数据为了满足分区精细统计的需要，保留“灯光值”属性是为了统计夜光亮度的最大、最小、平均、数量、总和等数值，满足相关分析的需要。

2.4 分类综合统计

对以上处理的两项分类数据，采用叠加裁切、统计范围筛选、面积计算、统计信息计算等方式，实现数据的叠加分类统计，满足数据分析的需

求。具体处理流程如图 7 所示：

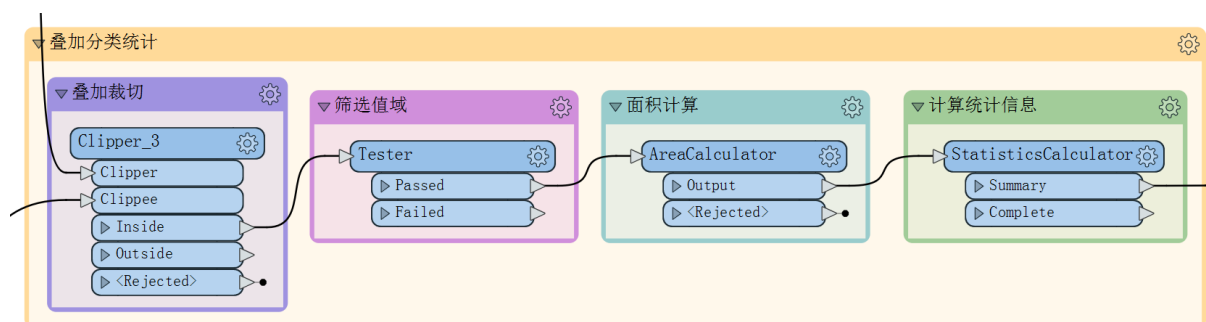


图 7 叠加分类统计数据处理流程

根据数据分析的需求，统计不同地区、不同土地分类类型、不同土地利用年份、不同夜光数据年份的灯光亮度值信息，主要包括最小值、最大值、均值、总值、数量、面积等 6 项数值。需要将各相关数据进行叠加才能实现不同统计类型所需数值的统计信息，可以采用 Clipper 或 AreaOnAreaOverlay 转换器进行叠加处理，二者均需要合并相交属性，为区分统计类型做准备。采用 Clipper 转换器时设置较简单，与土地利用数据处理时的设置相同。采用 AreaOnAreaOverlay 转换器时需要保留压盖计数属性“压盖数”，为下一步获取相交数据信息做准备，同时选择属性聚合模式为“合并输入的属性”，具体参数设置如图 8 所示，还需要使用 Tester 转换器设置测试条件为“压盖数=2”提取 2 套不存在自重叠的输入面数据真实相交的部分，满足分类统计的需要。二者处理方法相比，还是 Clipper 较为便捷。

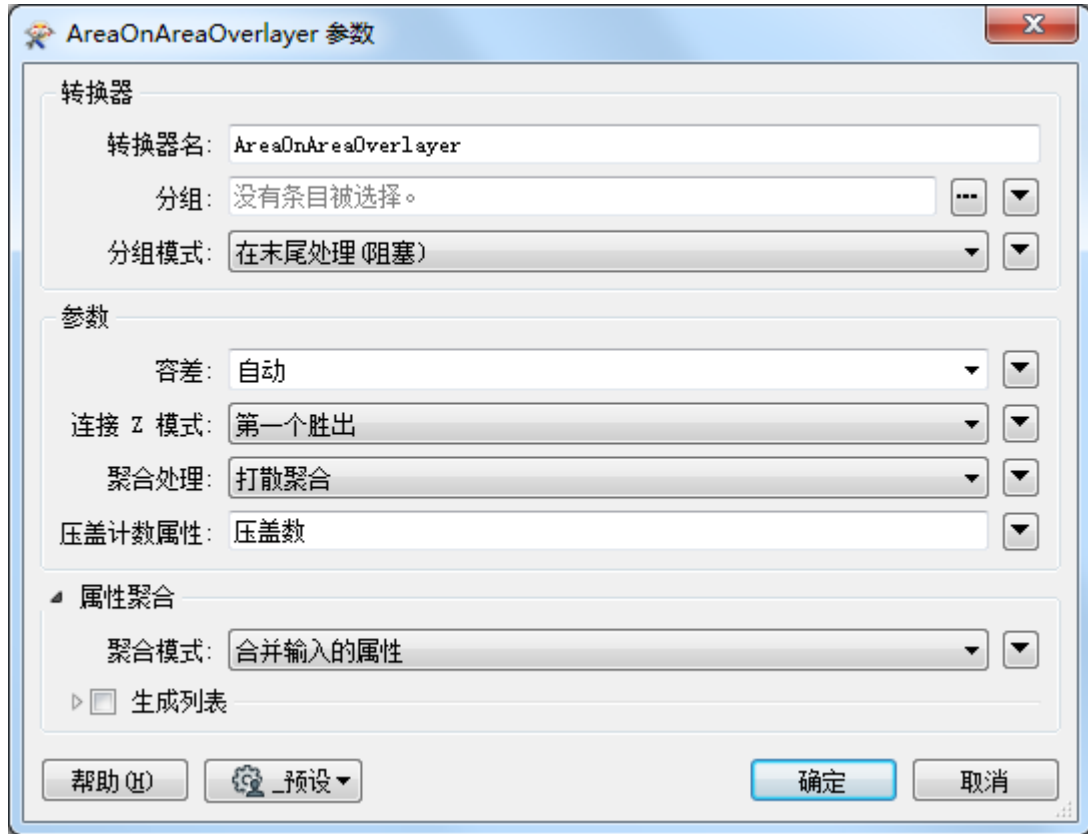


图 8 数据叠加处理参数设置

对于有研究价值的灯光数值使用 Tester 转换器进行筛选提取，可设置参数测试条件为“灯光值 \geq 10”，值域依据项目实际研究需要确定，具体参数设置如图 9 所示：

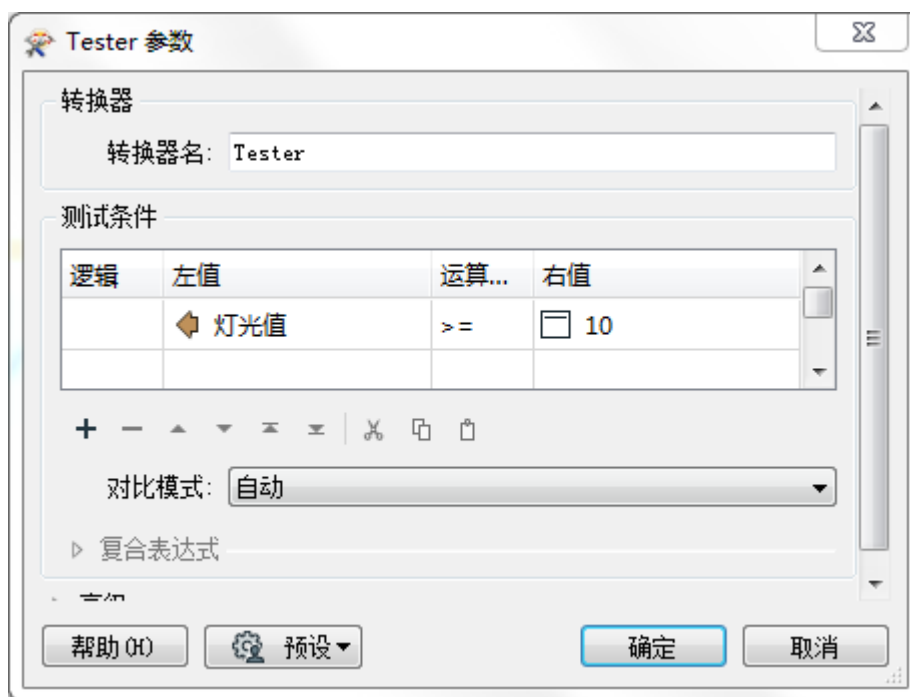


图 9 数据筛选提取参数设置

统计属性项中关键的一项“面积”使用 AreaCalculator 转换器获取灯光值的平面面积。设置面积属性为“灯光面积”进行统一自动赋值，同时可以利用“放大倍数”参数来确定面积统计单位的换算，如数据本身长度单位为米，设置放大倍数为 1，则实现统计面积单位为平方米。具体参数设置如图 10 所示：

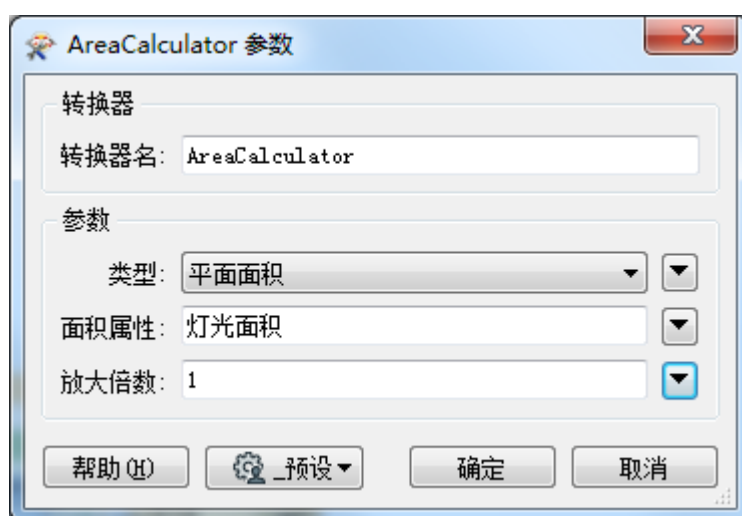


图 10 数据面积计算参数设置

在计算完各要素的面积值属性后，利用 StatisticsCalculator 转换器完成最后的分类型数据统计，设置分组内容包含省份名称、地类、地类年份、夜光年份，以及添加需要统计的属性信息。具体参数设置如图 11 所示：

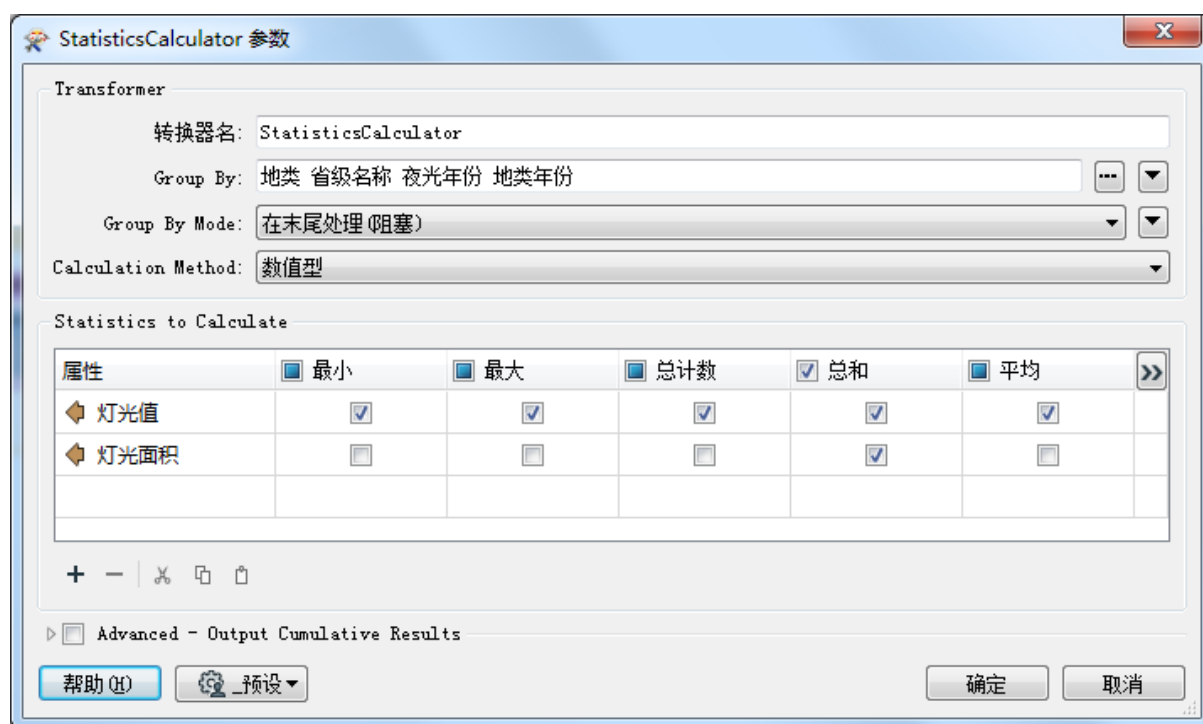


图 11 分类统计参数设置

3. 效果与成效

通过各分类数据的处理研究，搭建了一整套从原始数据到统计信息的全流程数据处理方案，具体流程方案如图 12 所示。该流程方案可以全自动快速获取数据分析时需要的统计依据，并且可以在统计结果输出完成后查看各处理环节的缓存数据，为统计结果中异常数值的快速追溯提供可靠依据。按照区域、分类、年份等类型的统计数据信息输出数据表结果，经简单的表格格式调整后，统计结果以**省为例如图 13 所示。

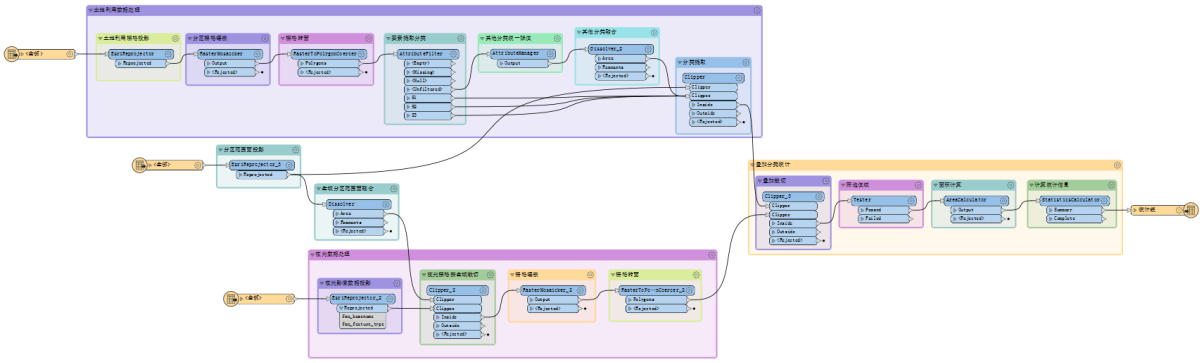


图 12 数据全流程处理方案

地区	土地利用类型	土地利用年份	灯光年份	最小值	最大值	均值	总值	数量	面积
**省	51	2015	2012	10.00812531	143.6618652	21.40195492	75784.32238	3541	885.25
			2013	10.00968742	151.7474976	24.33044547	98343.66059	4042	1010.5
			2014	10.00031281	141.7799988	23.45695691	93616.71503	3991	997.75
			2015	10.0234375	145.9512482	22.95647944	96807.47378	4217	1054.3
		2020	2016	10.00093651	203.1568604	22.96771515	163920.5831	7137	1784.3
			2017	10.00218773	262.9987488	23.87040287	189841.314	7953	1988.3
			2018	10.00125027	184.7056274	23.91663471	193700.8245	8099	2024.8
			2019	10.0043745	85.02624512	25.85868346	223936.1988	8660	2165
	52	2015	2012	10.00343704	65.63812256	18.46852611	13943.73721	755	188.75
			2013	10.00281239	87.11875153	20.55960523	20456.80721	995	248.75
			2014	10	58.49156189	19.81995853	19839.77849	1001	250.25
			2015	10.0234375	78.76156616	20.18030987	21714.01342	1076	269
		2020	2016	10.00031281	191.3531189	18.67720874	16510.65252	884	221
			2017	10.012187	126.5315704	18.33023566	21098.10125	1151	287.75
			2018	10.00250053	102.4912567	18.78018903	23475.23628	1250	312.5
			2019	10.00125027	318.1315308	19.70890572	29977.2456	1521	380.25
	53	2015	2012	10.00312519	51.10655975	17.4580662	5289.794058	303	75.75
			2013	10.01062489	57.94218445	19.18112887	6732.576232	351	87.75
			2014	10.03531265	144.1587524	17.70559336	6285.485644	355	88.75
			2015	10.04750061	57.12593842	18.298064	6843.475936	374	93.5
		2020	2016	10.01093769	192.2462463	20.86842147	12312.36867	590	147.5
			2017	10.00312519	115.826561	19.12056327	13365.27373	699	174.75
			2018	10.01062489	87.46062469	18.40434451	14336.98438	779	194.75
			2019	10.02187538	295.6068726	22.28590121	19968.16749	896	224
	其他	2015	2012	10.00156212	138.2771912	18.22118701	64630.55034	3547	886.75
			2013	10.00187492	135.4037476	19.90714566	90438.16273	4543	1135.8
			2014	10.00062561	188.7900085	18.74575098	81487.7795	4347	1086.8
			2015	10	123.1187515	18.68887139	91164.31465	4878	1219.5
2020		2016	10	138.0359497	17.02199392	54470.38055	3200	800	
		2017	10.00374889	128.0525055	16.99602899	68086.09215	4006	1001.5	
		2018	10.00250053	169.7375031	17.31555057	73729.61435	4258	1064.5	
		2019	10.00031281	185.7218933	17.95143615	96560.77505	5379	1344.8	

图 13 分类统计信息表

4. 技术创新性、应用创新性

本技术方案首先展现了多源异构数据的融合处理能力。多源数据包含矢量、栅格等各类型的区划数据、夜光遥感数据、土地利用数据，各数据来源、数据格式、数据结构等存在较大差异，通过 FME 较强大的空间数据处理能力，实现数据的统一叠加融合，为多源数据的充分利用提供可靠的

技术支撑。

其次展现了异构数据的统一处理能力。异构数据包括矢量、栅格等类型数据，涵盖 Shape File、GEOTIFF、GRID、EXCEL 等格式，涉及 WGS 1984、Krasovsky_1940_Albers、Asia_North_Albers_Equal_Area_Conic 等坐标系，通过 FME 空间数据转换处理系统实现异构数据的数据格式统一、数据坐标系统一、数据属性关系关联等处理，为异构数据综合利用提供强大支撑。

再者展现了 FME 广泛的应用领域。该处理方案不仅能对夜光遥感数据进行自动批量处理，准确获取其重要信息要素，还在土地利用分类数据处理方面展现出强大的深加工能力，对于此类专业数据方面且能够游刃有余，其他数据的处理更是不在话下，应用领域较为广泛。

5. 行业推广应用价值

利用 FME 软件，结合不同时期各省的土地利用数据和对夜光遥感数据进行综合统计分析研究，其研究方法及成果能够在诸多行业领域推广应用。利用得到的时空变化统计数据，能够为我国复工复产、区域发展评估、国土空间规划等研究提供数据支撑。今后，可向相关自然资源、数字政务、国民经济等行业部门推广应用，对于促进经济社会发展、乡村振兴、城市化进程等具有重要意义和推广价值。