《数字水深模型生产技术规程》

编制说明

行业标准项目名称：数字水深模型生产技术规程

行业标准项目编号：201932008

送审行业标准名称：

（此栏送审时填写）

报批行业标准名称：

（此栏报批时填写）

承担单位：广东省国土资源测绘院

当前阶段：☑征求意见　　☐送审稿审查　　☐报批稿报批

编制时间：2021 年 7 月

《数字水深模型生产技术规程》
编制说明

我国数字水深模型（Digital bathy models，DBM)方面的相关技术标准规范一直是测绘地理信息行业的一项空白。2018 年发布实施的《基础地理信息数字成果数字水深模型》对成果的描述、构成、分级、精度要求、标记、包装等要求进行了明确，对于如何生产数字水深模型仍没有相关的规范，这在一定程度上制约了 DBM 的推广和应用。为适应新时期海洋地理信息资源开发与建设技术体系、任务和实践的新发展，制定了《数字水深模型生产技术规程》，该规程能够有效规范 DBM 的生产、管理及使用，为目前和今后一段时间内 DBM 的生产、管理及使用提供必要的依据和指引，促进其在各领域内发挥重要的作用。

一、 工作简况

1. 任务来源

根据《自然资源部关于征集 2019 年度自然资源标准制修订工作计划建议的函》（自然资办函[2019]817 号），广东省国土资源测绘院于 2019 年 6 月递交了《数字水深模型生产技术规程》编制申报书。

2019 年 11 月自然资源部下达了《自然资源办公厅关于印发 2019 年度自然资源标准制修订工作计划的通知》（自然资办发

[2019]49 号），批准了《数字水深模型生产技术规程》的立项，标准计划号为 201932008，由广东省国土资源测绘院牵头制定工作。

2. 目的意义

本任务的目标是制定测量比例尺大于等于 1:100 000 基本比例尺的数字水深模型生产技术规程，填补我国测绘行业内数字水深模型生产标准的空白。一方面有利于指导和规范数字水深模型的生产工作，提供理论基础和技术支持；另一方面能够为数字水深模型生产提供技术和质量保障，提升数字水深模型的规范性管理。

3. 起草单位及主要起草人员

1) 承担单位和协作单位

承担单位：广东省国土资源测绘院。

协作单位：武汉大学、国家海洋局南海调查技术中心、国家海洋局南海规划与环境研究院。

2) 主要起草人及其所做工作

4. 主要工作过程

1) 立项启动

本标准制订任务下达后，牵头单位积极开展准备工作，2019 年 12 月份组织主参编单位海洋测绘和地理信息专业技术骨干，并邀请武汉大学、国家海洋局南海规划与环境研究院相关专家成

立编写组，召开了第一次编制工作会，研究确定了编制工作方案。

2) 起草阶段

由于疫情的原因，2020 年 1 月至 2 月，编写组集中收集和分析了国内外相关资料，起草了标准编制大纲和工作计划，初步拟定标准的框架内容。

2020 年 3 月，主编单位召开了多次研讨会，明确了主要工作思路和工作重点，编制了标准草案。

2020 年 4 月至 5 月，以标准草案为基础，编写组以电话、社交软件、电子邮件和视频会议等形式进行了交流探讨，着重对标准大纲、编制内容等进行补充完善。

2020 年 6 月至 10 月，编写组成员依次赴广东省海洋发展规划研究中心、武汉大学、国家海洋局南海规划与环境研究院、广州海洋地质调查局、中交华南勘察测绘科技公司、广东省航道测绘中心等单位进行了技术交流，各单位结合自身优势，就数字水深模型的构建、应用等进行了交流。

2020 年 10 月，标准编制工作第一次研讨会在广州召开，会议明确了下一阶段主要工作思路和重点工作，确定由各编制单位根据各自的技术特点分头编制标准草稿，最后由牵头单位汇总和整理，并制订了进度计划和编制分工。

各参编单位根据本单位的业务特点和技术特长，分头编写标准草稿，并在规定时间内汇交至牵头单位，牵头单位经过汇总整理，形成《数字水深模型生产技术规程（初稿）》。

2020 年 11 月至 12 月，编写组针对标准初稿中的重要技术要求和关键指标逐条开展理论推导分析和进一步实验验证，经过多次内部讨论及修改，形成标准第二稿。

2021 年 1 月，编写组深入地讨论了标准第二稿的全部内容，增删了部分内容，并对部分章节进行了优化和调整。编写组成员对第二稿的内容提出了意见和建议。

2021 年 2 月，以标准草案为基础，编写组又以电话、社交软件、电子邮件和视频会议的形式与海洋测绘领域生产作业单位、大学、科研所的多位技术专家进行多次交流探讨，对标准的主要内容逐条梳理和完善，形成了标准第三稿。

2021 年 3 月，编写组针对标准第三稿继续开展理论推导与实验验证，经过多次内部讨论，几经修改完善，最终形成标准第四稿。

2021 年 4 月，标准编制工作第二次现场研讨会在广州召开，对标准的内容进行了深入细致的研讨，增删了部分内容，并修改了相关文字措辞。

2021 年 5 月至 6 月，编写组对技术准备和模型构建两个重要章节进行了针对性的讨论，在第四稿的基础上进行了局部调整和完善，形成标准第五稿。

2021 年 7 月，编写组进一步从整体上梳理标准内容和形式，形成《数字水深模型生产技术规程》（征求意见稿）。

3） 征求意见

该阶段暂未涉及。

4) 送审阶段

该阶段暂未涉及。

5) 报批阶段

该阶段暂未涉及。

二、 标准编制原则和确定标准主要内容的依据

1.编制原则

1) 一致性与协调性

本文件不与现行法律、规范矛盾。国内1998年发布了第2版GB 12327《海道测量规范》，于2010年发布了JT/T 790《多波束测深系统测量技术要求》，于2016年发布了DZ/T 0292《海洋多波束水深测量规程》。与此同时，在格网化成果生产方面，于2007年发布了CH/T 1015.2-2007《基础地理信息数字产品1：10000 1：50000生产技术规程第2部分：数字高程模型（DEM)》、2013年发布了CH/T 9020.2-2013《基础地理信息数字成果1：500 1：1000 1：2000 生产技术规程 第2部分数字高程模型》。2018年发布实施的《基础地理信息数字成果 数字水深模型》距今已有3年，本文件的编制以《基础地理信息数字成果 数字水深模型》为基础，同时兼顾我国海洋地理信息资源开发建设的实际情况，结合GB 12327《海道测量规范》、JTS 131《水运工程测量规范》以及SL 257《水道观测规范》等现有有关标准，与相关标准规范保持协调一致。本文件参照数字高程模型相关规范

的组成，对数字水深模型生产的表达进行了补充。

2) 科学性与系统性

《数字水深模型生产技术规程》的编制，以科学理论为指导，以测绘科学、海洋学、地理学等原理为依据。编写组长期从事我国各类水域水下地形测量，形成了系统的技术方法，积累了大量的成功经验，在此基础上，对我国数字水深模型生产的技术流程、方法和技术要求等进行了系统、科学的研究、梳理与总结，兼具科学性、系统性和实践性。

3) 规范性

《数字水深模型生产技术规程》的编制严格参照了 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则》，详细分析了已有数字高程模型等相关规范的编写风格、内容编排和组织结构等，并针对性的结合了测绘行业数字水深模型生产的特点，确保本规程内容的规范性。

4) 通用性与灵活性

《数字水深模型生产技术规程》是在总结我国各地区、各权威测绘部门在各个时间、各类水域所形成的数字水深模型生产技术、方法、成果和经验的基础上，充分考虑生产方案可操作性的前提下形成的技术方案，所包含的技术方法和生产手段基本涵盖当前技术和装备应用范围，内容丰富、考虑全面，并具有较强的实用性和有效的指导作用。标准制定后，技术指标和精度要求切实可行，具有灵活的可操作性，适用于指导和规范生产部门相关成果的生产。

2.确定标准主要内容的依据

1) 适用范围说明

本标准规定了基础地理信息数字成果数字水深模型的技术设计、作业流程、数据要求与预处理、模型构建、质量控制与检验、成果检验、成果整理与上交等内容。本标准适用于基础地理信息数字成果1:500、1:1 000、1:2 000、1:5 000、1:10 000、1:25 000、1:50 000、1:100 000数字水深模型的构建、质量检验和使用。本文件可填补我国测绘地理信息行业标准在数字水深模型生产方面的空白，推动我国海洋地理信息资源开发与建设，提高地理信息服务质量，扩大服务范围，进一步发挥测绘地理信息事业对国民经济建设的基础性作用。

2) 内容确定的依据

本标准的编制以CH/Z 9026 《基础地理信息数字成果 数字水深模型》为基础，主要参照GB 12327《海道测量规范》、JTS 131《水运工程测量规范》以及SL 257《水道观测规范》等现有有关标准，结合行业发展现状、应用需求等进行编制。主要参考依据如下：

GB 12327 海道测量规范

GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收

CH/Z 9026 基础地理信息数字成果 数字水深模型

CH/T 1004 测绘技术设计规定

CH/T 1001 测绘技术总结编写规定

JTS 131　水运工程测量规范

SL 257　水道观测规范

三、 标准主要技术内容指标及实验分析

1.标准的定位

我国于2018年发布实施的《基础地理信息数字成果 数字水深模型》对成果的描述、构成、分级、精度要求、标记、包装等要求进行了明确，使得在进行格网化水深模型生产中有据可依，对成果的描述、构成、分级、精度要求、标记、包装等进行了明确。但对于如何生产数字水深模型仍没有相关的规范，随着格网化水深模型的广泛应用，编写一套具有规范性和指导性的成果生产规范愈发重要。本文件的编写将为格网化水深模型成果的生产提供规范性和指导性的文件，为推动格网化水深模型应用提供重要的技术支撑。

2.水深数据的要求及算法的确定

对于格网化产品，其精度主要受三个部分影响，一是构建模型的水深数据点位密度；二是水深数据质量；三是构建模型的算法。

我国现行的水深测量规范主要为《海道测量规范》（GB 12327）、水运工程测量规范（JTS 131）、水道观测规范（SL 257）以及《多波束测深系统测量技术要求》（JT/T 790）等，这些规范从生产的角度对水深数据点密度和数据质量做了一定的限制，但是否满足数字水深模型构建的需求尚有待验证，为此我们进行

了大量的实验。

本次实验收集了不同时期、不同测区、不同比例尺的多种实测数据，包括原始测深数据和实测检查线数据。其中，试验区五为水道数据，其他为海底地形数据，试验区十到试验区十三地势较为复杂，具体数据情况如表 1 所示。

表 1 实验数据情况

试验区	生产时间	比例尺	面积（KM^2）	水深点（个）	点间距（米）
试验区一	2011	1:500	0.06	1922	6,3
试验区二	2011	1:1000	1.5	19261	10,5
试验区三	2015	1:2000	10	9181	20,15
试验区四	2015	1:5000	10	2622	50,25
试验区五	2019	1:2000	2.5	3323	20,10
试验区六	2012	1:10000	114.15	12127	120,75
试验区七	2012	1:25000	114.15	2390	250,125
试验区八	2012	1:50000	114.15	897	500,250
试验区九	2012	1:100000	114.15	240	1000,500
试验区十	2008	1:10000	203.46	5898	100,50
试验区十一	2008	1:25000	203.46	4617	250,125
试验区十二	2008	1:50000	203.46	1250	500,250
试验区十三	2008	1:100000	203.46	340	1000,500

试验区十四	2011	1:10000	54.24	5708	120,70
试验区十五	2016	1:10000	260.03	26431	129，82
试验区十六	2016	1:100000	332.1	744	1000,500
试验区十七	2004	1:10000	197.8	19463	109,90
试验区十八	2003	1:10000	134.5	13506	150,80
试验区十九	2007	1:10000	33.47	3000	145,79
试验区二十	2006	1:10000	35.2	3507	120,84
试验区二十一	2013	1:10000	33.58	7142	120,81
试验区二十二	2010	1:10000	42.4	4830	119,77

1） 实验方法及思路

对收集到的实验数据按照其比例尺构建数字水深模型，内插算法分别采用了多元回归插值法、反距离加权插值法、改进的谢别德法、局部多项式插值法、克里金插值法、线性插值三角网插值法、移动平均插值法、自然临点插值法、最近邻点插值法以及最小曲率法等 10 种。

生成数字水深模型后，对其进行精度评估，计算其内符合和外符合精度。

计算同位置原始水深值与数字水深模型拟合值的不符值，将不符值的中误差作为数字水深模型的内符合精度；计算同位置检验数据水深值与数字水深模型拟合值的不符值，将不符值的中误差作为数字水深模型的外符合精度。具体实验结果见附件。

2） 实验总结

根据内符合实验精度对比表格可以看出，符合海道测量规范、水运工程测量规范以及水道观测规范等现行水下测量规范的水深数据生成的数字水深模型均可以满足二级精度要求，地势平坦区域以及大比例尺数据都可以满足一级精度要求，对于地势复杂区域以及小比例尺数据可适当增加水深点密度以满足一级精度。

经验证，部分内插方法如：多元回归插值法、移动平均值插值法不适合数字水深模型构建；局部多项式插值法可用于地势平坦水域模型构建，但数据质量相对较差；最小曲率法、改进的谢别德法、线性插值三角网插值法以及克里金插值法在模型构建上精度较好。

3) 对质量的要求

数字水深模型生产是基础地理信息成果生产中的重要部分，应按本标准的要求做好各环节的质量控制，从数据的预处理、技术设计，到模型构建以及相关文件制作，都应认真检查，及时反馈，以保证最终质量。

四、 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

作为数字模型系列标准之一，本标准在制定过程中与其他相关标准如：CH/T 1015.2《基础地理信息数字产品 1：10000 1：50000 生产技术规程第 2 部分：数字高程模型（DEM）》、2013 年发布了 CH/T 9020.2《基础地理信息数字成果 1：500 1：1000 1：

2000 生产技术规程 第 2 部分数字高程模型》等保持了高度的一致性。

数字水深模型是水深数据的延伸，标准在制定过程中与现有相关行业标准如：JTS 131《水运工程测量规范》以及 SL 257《水道观测规范》等现有规范的基本技术指标和技术要求上同样保持了高度的一致性。

五、 与有关现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准符合我国有关法律、法规要求，符合强制性国家标准 GB 12327《海道测量规范》的要求。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

无

八、 贯彻标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)

无

九、 废止现行有关标准的建议

无

十、 其他应予说明的事项

当前我国基础测绘工作正在向“新型基础测绘”转型升级

（注：由 2015 年 6 月国务院批复同意的《全国基础测绘中长期规划纲要（2015-2030）年》中正式确立），基础测绘范围将由原来的国内内陆范围扩展为全球陆地和全球海洋范围。因此，海洋基础地理信息数据建设成为了未来基础测绘的主要测绘工作之一，而海洋基础测绘生产的相关标准规范仍处于空缺状态，急需制定相应的标准规范，指导和服务海洋地理信息生产活动。

本标准系首次制定，是我国开展海洋地理信息资源建设数字水深模型系列规范的重要组成部分，本规范的编写将为格网化水深模型成果的生产提供规范和指导，为推动格网化水深模型应用提供重要的技术支撑。

编写组在本标准制定过程中进行了充分的调研和征求意见，参考了相关专家学者的建议，充分考虑了海洋作业特点与新技术的发展趋势，尽量弱化了与具体技术方法有关的内容，并汲取普适的共性技术要求，以便更好地指导生产作业，预期产生良好的经济效益和社会效益。

附件

1、内符合实验精度对比表

测区	插值方法	对比数据量	统计个数	粗差数据量	粗差率	较差中误差	深度中误差			
							一级		二级	
试验区一	多元回归插值法	1922	499	1423	74.04%	0.368	0.15		0.3	
	反距离加权插值法	1922	1915	7	0.36%	0.119	0.15	√	0.3	√
	改进的谢别德法	1922	1922	0	0.00%	0.023	0.15	√	0.3	√
	局部多项式插值法	1922	1074	848	44.12%	0.311	0.15		0.3	
	克里金插值法	1922	1917	5	0.26%	0.081	0.15	√	0.3	√
	线性插值三角网插值法	1922	1919	3	0.16%	0.092	0.15	√	0.3	√
	移动平均值插值法	1922	646	1276	66.39%	0.283	0.15		0.3	√
	自然临点插值法	1920	1914	6	0.31%	0.103	0.15	√	0.3	√
	最近邻点插值法	1922	1922	0	0.00%	0.000	0.15	√	0.3	√
	最小曲率法	1922	1918	4	0.21%	0.094	0.15	√	0.3	√
试验区二	多元回归插值法	18843	13103	5740	30.46%	0.392	0.15		0.3	
	反距离加权插值法	18843	18771	72	0.38%	0.040	0.15	√	0.3	√
	改进的谢别德法	18843	18843	0	0.00%	0.006	0.15	√	0.3	√
	局部多项式插值法	18843	18325	518	2.75%	0.076	0.15	√	0.3	√
	克里金插值法	18843	18836	7	0.04%	0.030	0.15	√	0.3	√
	线性插值三角网插值法	18843	18841	2	0.01%	0.032	0.15	√	0.3	√
	移动平均值插值法	18843	13590	5253	27.88%	0.381	0.15		0.3	

	自然临点插值法	18843	16983	1860	9.87%	0.035	0.15	√	0.3	√
	最近邻点插值法	18843	18843	0	0.00%	0.000	0.15	√	0.3	√
	最小曲率法	18843	18839	4	0.02%	0.027	0.15	√	0.3	√
试验区三	多元回归插值法	9041	6988	2053	22.71%	0.381	0.15		0.3	
	反距离加权插值法	9041	9041	0	0.00%	0.014	0.15	√	0.3	√
	改进的谢别德法	9041	9041	0	0.00%	0.001	0.15	√	0.3	√
	局部多项式插值法	9041	5918	3123	34.54%	0.113	0.15	√	0.3	√
	克里金插值法	9041	9041	0	0.00%	0.007	0.15	√	0.3	√
	线性插值三角网插值法	9041	9041	0	0.00%	0.013	0.15	√	0.3	√
	移动平均值插值法	9041	5918	3123	34.54%	0.435	0.15		0.3	
	自然临点插值法	9041	9041	0	0.00%	0.012	0.15	√	0.3	√
	最近邻点插值法	9041	9041	0	0.00%	0.000	0.15	√	0.3	√
	最小曲率法	9041	9041	0	0.00%	0.010	0.15	√	0.3	√
试验区四	多元回归插值法	2458	973	1485	60.41%	0.628	0.2		0.4	
	反距离加权插值法	2458	2458	0	0.00%	0.010	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	2458	2458	0	0.00%	0.001	0.2	√	0.4	√
	局部多项式插值法	2458	2442	16	0.65%	0.170	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	2458	2458	0	0.00%	0.008	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	2458	2458	0	0.00%	0.009	0.2	√	0.4	√
	移动平均值插值法	2458	2014	444	18.06%	0.513	0.2		0.4	
	自然临点插值法	2448	2448	0	0.00%	0.010	0.2	√	0.4	√

	最近邻点插值法	2458	2458	0	0.00%	0.000	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	2458	2458	0	0.00%	0.011	0.2	√	0.4	√
试验区五	多元回归插值法	3267	2681	586	17.94%	1.066	0.15		0.3	
	反距离加权插值法	3267	3240	27	0.83%	0.123	0.15	√	0.3	√
	改进的谢别德法	3267	3267	0	0.00%	0.019	0.15	√	0.3	√
	局部多项式插值法	3267	2567	700	21.43%	0.288	0.15		0.3	√
	克里金插值法	3267	3267	0	0.00%	0.069	0.15	√	0.3	√
	线性插值三角网插值法	3267	3263	4	0.12%	0.066	0.15	√	0.3	√
	移动平均值插值法	3267	1278	1989	60.88%	0.363	0.15		0.3	
	自然临点插值法	3267	3245	22	0.67%	0.077	0.15	√	0.3	√
	最近邻点插值法	3267	3267	0	0.00%	0.000	0.15	√	0.3	√
	最小曲率法	3267	3267	0	0.00%	0.010	0.15	√	0.3	√
试验区六	多元回归插值法	11990	9595	2395	19.97%	0.485	0.2		0.4	
	反距离加权插值法	11990	11990	0	0.00%	0.007	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	11990	11990	0	0.00%	0.001	0.2	√	0.4	√
	局部多项式插值法	11990	11874	116	0.97%	0.105	0.2	√	0.4	
	克里金插值法	11990	11990	0	0.00%	0.009	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	11990	11988	2	0.02%	0.012	0.2	√	0.4	√
	移动平均值插值法	11990	4119	7871	65.65%	0.535	0.2		0.4	
	自然临点插值法	11976	11976	0	0.00%	0.015	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	11990	11990	0	0.00%		0.2	√	0.4	√

	最小曲率法	11990	11990	0	0.00%	0.009	0.2	√	0.4	√
试验区七	多元回归插值法	2309	2121	188	8.14%	0.448	0.3		0.5	
	反距离加权插值法	2309	2309	0	0.00%	0.009	0.3	√	0.5	√
	改进的谢别德法	2309	2309	0	0.00%	0.001	0.3	√	0.5	√
	局部多项式插值法	2309	2288	21	0.91%	0.121	0.3	√	0.5	√
	克里金插值法	2309	2309	0	0.00%	0.012	0.3	√	0.5	√
	线性插值三角网插值法	2309	2309	0	0.00%	0.026	0.3	√	0.5	√
	移动平均值插值法	2309	1173	1136	49.20%	0.573	0.3		0.5	
	自然临点插值法	2301	2301	0	0.00%	0.026	0.3	√	0.5	√
	最近邻点插值法	2309	2309	0	0.00%		0.3	√	0.5	√
	最小曲率法	2309	2309	0	0.00%	0.010	0.3	√	0.5	√
试验区八	多元回归插值法	802	734	68	8.48%	0.551	0.3		0.5	
	反距离加权插值法	802	802	0	0.00%	0.013	0.3	√	0.5	√
	改进的谢别德法	802	802	0	0.00%	0.002	0.3	√	0.5	√
	局部多项式插值法	802	796	6	0.75%	0.160	0.3	√	0.5	√
	克里金插值法	802	802	0	0.00%	0.017	0.3	√	0.5	√
	线性插值三角网插值法	802	802	0	0.00%	0.026	0.3	√	0.5	√
	移动平均值插值法	802	376	426	53.12%	0.666	0.3		0.5	
	自然临点插值法	802	802	0	0.00%	0.029	0.3	√	0.5	√
	最近邻点插值法	802	802	0	0.00%	0.000	0.3	√	0.5	√
	最小曲率法	802	802	0	0.00%	0.016	0.3	√	0.5	√

试验区九	多元回归插值法	180	144	0	0.00%	0.455	0.3		0.6	
	反距离加权插值法	180	180	0	0.00%	0.039	0.3	√	0.6	√
	改进的谢别德法	180	180	0	0.00%	0.004	0.3	√	0.6	√
	局部多项式插值法	180	177	3	1.67%	0.235	0.3	√	0.6	√
	克里金插值法	180	180	0	0.00%	0.031	0.3	√	0.6	√
	线性插值三角网插值法	180	180	0	0.00%	0.025	0.3	√	0.6	√
	移动平均值插值法	180	71	109	60.56%	0.557	0.3		0.6	
	自然临点插值法	180	180	0	0.00%	0.033	0.3	√	0.6	√
	最近邻点插值法	180	180	0	0.00%	0.000	0.3	√	0.6	√
	最小曲率法	180	180	0	0.00%	0.026	0.2	√	0.4	√
试验区十	多元回归插值法	21479	8699	12780	59.50%	0.503	0.2		0.4	
	反距离加权插值法	21479	21479	0	0.00%	0.035	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	21479	21479	0	0.00%	0.007	0.2	√	0.4	√
	局部多项式插值法	21479	18965	2514	11.70%	0.236	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	21479	21477	2	0.01%	0.043	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	21479	21362	117	0.54%	0.044	0.2	√	0.4	√
	移动平均值插值法	21479	8928	12551	58.43%	0.434	0.2		0.4	
	自然临点插值法	21450	21390	60	0.28%	0.053	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	21479	21479	0	0.00%	0.000	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	21479	21479	0	0.00%	0.038	0.2	√	0.4	√
试验区十	多元回归插值法	4463	3676	787	17.63%	0.447	0.3		0.5	√

一	反距离加权插值法	4463	4463	0	0.00%	0.043	0.3	√	0.5	√
	改进的谢别德法	4463	4463	0	0.00%	0.006	0.3	√	0.5	√
	局部多项式插值法	4463	3939	524	11.74%	0.295	0.3	√	0.5	√
	克里金插值法	4463	4463	0	0.00%	0.054	0.3	√	0.5	√
	线性插值三角网插值法	4463	4463	0	0.00%	0.056	0.3	√	0.5	√
	移动平均值插值法	4463	3043	1420	31.82%	0.533	0.3		0.5	
	自然临点插值法	4455	4451	4	0.09%	0.069	0.3	√	0.5	√
	最近邻点插值法	4463	4463	0	0.00%	0.000	0.3	√	0.5	√
	最小曲率法	4463	4463	0	0.00%	0.041	0.3	√	0.5	√
试验区十二	多元回归插值法	1155	971	184	15.93%	0.464	0.3		0.5	√
	反距离加权插值法	1155	1155	0	0.00%	0.078	0.3	√	0.5	√
	改进的谢别德法	1155	1155	0	0.00%	0.015	0.3	√	0.5	√
	局部多项式插值法	1155	1018	137	11.86%	0.357	0.3		0.5	√
	克里金插值法	1155	1155	0	0.00%	0.100	0.3	√	0.5	√
	线性插值三角网插值法	1155	1152	3	0.26%	0.088	0.3	√	0.5	√
	移动平均值插值法	1155	776	379	32.81%	0.533	0.3		0.5	
	自然临点插值法	1148	1145	3	0.26%	0.121	0.3	√	0.5	√
	最近邻点插值法	1248	1248	0	0.00%	0.000	0.3	√	0.5	√
	最小曲率法	1155	1155	0	0.00%	0.074	0.3	√	0.5	√
试验区十三	多元回归插值法	270	234	36	13.33%	0.502	0.3		0.6	√
	反距离加权插值法	270	270	0	0.00%	0.118	0.3	√	0.6	√

	改进的谢别德法	270	270	0	0.00%	0.023	0.3	√	0.6	√
	局部多项式插值法	270	245	25	9.26%	0.399	0.3		0.6	√
	克里金插值法	270	270	0	0.00%	0.155	0.3	√	0.6	√
	线性插值三角网插值法	270	270	0	0.00%	0.133	0.3	√	0.6	√
	移动平均值插值法	270	200	70	25.93%	0.586	0.3		0.6	√
	自然临点插值法	270	270	0	0.00%	0.171	0.3	√	0.6	√
	最近邻点插值法	270	270	0	0.00%		0.3	√	0.6	√
	最小曲率法	270	270	0	0.00%	0.109	0.3	√	0.6	√
试验区十四	反距离加权插值法	5708	5708	0	0.00%	0.013	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	5708	5708	0	0.00%	0.002	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	5708	5708	0	0.00%	0.018	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	5708	5708	0	0.00%	0.019	0.2	√	0.4	√
	自然临点插值法	5686	5686	0	0.00%	0.022	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	5708	5707	1	0.02%	0.015	0.2	√	0.4	√
试验区十五	反距离加权插值法	26431	21174	5257	19.89%	0.269	0.2		0.4	√
	改进的谢别德法	25287	19892	5395	21.34%	0.268	0.2		0.4	√
	克里金插值法	26431	20977	5454	20.63%	0.267	0.2		0.4	√
	线性插值三角网插值法	15669	12776	2893	18.46%	0.250	0.2		0.4	√
	自然临点插值法	26431	21124	5307	20.08%	0.273	0.2		0.4	√
	最小曲率法	26431	21891	4540	17.18%	0.251	0.2		0.4	√

试验区十六	反距离加权插值法	642	642	0	0.00%	0.078	0.3	√	0.6	√
	改进的谢别德法	642	642	0	0.00%	0.056	0.3	√	0.6	√
	克里金插值法	642	642	0	0.00%	0.102	0.3	√	0.6	√
	线性插值三角网插值法	642	640	2	0.31%	0.132	0.3	√	0.6	√
	自然临点插值法	640	638	2	0.31%	0.159	0.3	√	0.6	√
	最小曲率法	642	642	0	0.00%	0.074	0.3	√	0.6	√
试验区十七	反距离加权插值法	1316	1316	0	0.00%	0.002	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	1316	1316	0	0.00%	0.000	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	1316	1316	0	0.00%	0.004	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	1316	1316	0	0.00%	0.003	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	1284	603	681	53.04%	0.006	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	1316	0	1316	100.00%	0.000	0.2	√	0.4	√
试验区十八	反距离加权插值法	993	993	0	0.00%	0.002	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	993	993	0	0.00%	0.001	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	993	993	0	0.00%	0.005	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	993	993	0	0.00%	0.003	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	950	950	0	0.00%	0.007	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	993	11	982	98.89%	0.007	0.2	√	0.4	√
试验区十九	反距离加权插值法	3000	3000	0	0.00%	0.002	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	3000	3000	0	0.00%	0.001	0.2	√	0.4	√

	克里金插值法	3000	3000	0	0.00%	0.004	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	3000	3000	0	0.00%	0.006	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	2909	2880	29	1.00%	0.004	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	3000	0	3000	100.00%	0.000	0.2	√	0.4	√
试验区二十	反距离加权插值法	3507	3507	0	0.00%	0.002	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	3507	3507	0	0.00%	0.000	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	3507	3507	0	0.00%	0.003	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	3507	3507	0	0.00%	0.003	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	3456	3430	26	0.75%	0.005	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	3507	0	3507	100.00%	0.000	0.2	√	0.4	√
试验区二十一	反距离加权插值法	7142	7137	5	0.07%	0.007	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	7142	7142	0	0.00%	0.010	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	7142	7138	4	0.06%	0.014	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	7142	7140	2	0.03%	0.016	0.2	√	0.4	√
	线性插值三角网插值法	7082	7078	4	0.06%	0.014	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	7142	26	7116	99.64%	0.065	0.2	√	0.4	√
试验区二十二	反距离加权插值法	4830	4830	0	0.00%	0.004	0.2	√	0.4	√
	改进的谢别德法	4830	4830	0	0.00%	0.001	0.2	√	0.4	√
	克里金插值法	4830	4830	0	0.00%	0.006	0.2	√	0.4	√
	最小曲率法	4830	4830	0	0.00%	0.009	0.2	√	0.4	√

	线性插值三角网插值法	4694	4694	0	0.00%	0.007	0.2	√	0.4	√
	最近邻点插值法	4830	0	4830	100.00%	0.000	0.2	√	0.4	√

2、外符合实验精度对比表

测区	比例尺	插值方法	对比数据量	统计个数	粗差数据量	粗差率	较差中误差	深度中误差			
								一级		二级	
试验区二	1000	多元回归插值法	590	367	223	37.80%	0.417	0.3		0.6	√
		反距离加权插值法	590	586	4	0.68%	0.096	0.3	√	0.6	√
		改进的谢别德法	590	585	5	0.85%	0.084	0.3	√	0.6	√
		局部多项式插值法	590	572	18	3.05%	0.115	0.3	√	0.6	√
		克里金插值法	590	585	5	0.85%	0.082	0.3	√	0.6	√
		线性插值三角网插值法	590	586	4	0.68%	0.077	0.3	√	0.6	√
		移动平均值插值法	590	350	240	40.68%	0.386	0.3		0.6	√
		自然临点插值法	590	586	4	0.68%	0.076	0.3	√	0.6	√
		最近邻点插值法	590	586	4	0.68%	0.069	0.3	√	0.6	√
		最小曲率法	590	584	6	1.02%	0.087	0.3	√	0.6	√
试验区三	2000	多元回归插值法	627	369	258	41.15%	0.387	0.3		0.6	√
		反距离加权插值法	627	626	1	0.16%	0.14	0.3	√	0.6	√
		改进的谢别德法	627	627	0	0.00%	0.09	0.3	√	0.6	√
		局部多项式插值法	627	613	14	2.23%	0.213	0.3	√	0.6	√
		克里金插值法	627	627	0	0.00%	0.092	0.3	√	0.6	√

		线性插值三角网插值法	627	627	0	0.00%	0.1	0.3	√	0.6	√
		移动平均值插值法	627	337	290	46.25%	0.439	0.3		0.6	√
		自然临点插值法	627	627	0	0.00%	0.099	0.3	√	0.6	√
		最近邻点插值法	627	626	1	0.16%	0.102	0.3	√	0.6	√
		最小曲率法	627	627	0	0.00%	0.087	0.3	√	0.6	√
试验区四	5000	多元回归插值法	568	367	201	35.39%	0.445	0.4		0.8	√
		反距离加权插值法	568	566	2	0.35%	0.185	0.4	√	0.8	√
		改进的谢别德法	568	568	0	0.00%	0.118	0.4	√	0.8	√
		局部多项式插值法	568	551	17	2.99%	0.274	0.4	√	0.8	√
		克里金插值法	568	568	0	0.00%	0.129	0.4	√	0.8	√
		线性插值三角网插值法	568	568	0	0.00%	0.141	0.4	√	0.8	√
		移动平均值插值法	568	364	204	35.92%	0.494	0.4		0.8	√
		自然临点插值法	568	567	1	0.18%	0.14	0.4	√	0.8	√
		最近邻点插值法	568	568	0	0.00%	0.164	0.4	√	0.8	√
		最小曲率法	568	568	0	0.00%	0.132	0.4	√	0.8	√
试验区五	2000	多元回归插值法	414	142	272	65.70%	0.405	0.3		0.6	√
		反距离加权插值法	414	364	50	12.08%	0.244	0.3	√	0.6	√
		改进的谢别德法	414	411	3	0.72%	0.152	0.3	√	0.6	√
		局部多项式插值法	414	237	177	42.75%	0.303	0.3		0.6	√
		克里金插值法	414	407	7	1.69%	0.159	0.3	√	0.6	√

		线性插值三角网插值法	414	408	6	1.45%	0.149	0.3	√	0.6	√
		移动平均值插值法	414	154	260	62.80%	0.378	0.3		0.6	√
		自然临点插值法	414	407	7	1.69%	0.161	0.3	√	0.6	√
		最近邻点插值法	414	406	8	1.93%	0.164	0.3	√	0.6	√
		最小曲率法	414	410	4	0.97%	0.157	0.3	√	0.6	√
试验区六	10000	多元回归插值法	2061	1653	408	19.80%	0.511	0.4		0.8	√
		反距离加权插值法	2061	2050	11	0.53%	0.1	0.4	√	0.8	√
		改进的谢别德法	2061	2056	5	0.24%	0.087	0.4	√	0.8	√
		局部多项式插值法	2061	2030	31	1.50%	0.131	0.4	√	0.8	√
		克里金插值法	2061	2056	5	0.24%	0.084	0.4	√	0.8	√
		线性插值三角网插值法	2061	2053	8	0.39%	0.083	0.4	√	0.8	√
		移动平均值插值法	2061	713	1348	65.41%	0.53	0.4		0.8	√
		自然临点插值法	2061	2055	6	0.29%	0.086	0.4	√	0.8	√
		最近邻点插值法	2061	2050	11	0.53%	0.084	0.4	√	0.8	√
		最小曲率法	2061	2054	7	0.34%	0.089	0.4	√	0.8	√
试验区七	25000	多元回归插值法	1430	1314	116	8.11%	0.443	0.6	√	1	√
		反距离加权插值法	1430	1423	7	0.49%	0.124	0.6	√	1	√
		改进的谢别德法	1430	1418	12	0.84%	0.107	0.6	√	1	√
		局部多项式插值法	1430	1413	17	1.19%	0.151	0.6	√	1	√
		克里金插值法	1430	1421	9	0.63%	0.106	0.6	√	1	√

		线性插值三角网插值法	1430	1422	8	0.56%	0.102	0.6	√	1	√
		移动平均值插值法	1430	785	645	45.10%	0.57	0.6	√	1	√
		自然临点插值法	1430	1421	9	0.63%	0.108	0.6	√	1	√
		最近邻点插值法	1430	1421	9	0.63%	0.11	0.6	√	1	√
		最小曲率法	1430	1416	14	0.98%	0.115	0.6	√	1	√
试验区八	50000	多元回归插值法	1891	1711	180	9.52%	0.585	0.6	√	1	√
		反距离加权插值法	1891	1887	4	0.21%	0.114	0.6	√	1	√
		改进的谢别德法	1891	1885	6	0.32%	0.123	0.6	√	1	√
		局部多项式插值法	1891	1880	11	0.58%	0.182	0.6	√	1	√
		克里金插值法	1891	1887	4	0.21%	0.107	0.6	√	1	√
		线性插值三角网插值法	1891	1886	5	0.26%	0.108	0.6	√	1	√
		移动平均值插值法	1891	930	961	50.82%	0.66	0.6		1	√
		自然临点插值法	1891	1888	3	0.16%	0.111	0.6	√	1	√
		最近邻点插值法	1891	1883	8	0.42%	0.118	0.6	√	1	√
		最小曲率法	1891	1881	10	0.53%	0.129	0.6	√	1	√
试验区九	100000	多元回归插值法	1821	1759	62	3.40%	0.641	0.6		1.2	√
		反距离加权插值法	1821	1817	4	0.22%	0.278	0.6	√	1.2	√
		改进的谢别德法	1821	1789	32	1.76%	0.194	0.6	√	1.2	√
		局部多项式插值法	1821	1810	11	0.60%	0.268	0.6	√	1.2	√
		克里金插值法	1821	1814	7	0.38%	0.149	0.6	√	1.2	√

		线性插值三角网插值法	1821	1810	11	0.60%	0.152	0.6	√	1.2	√
		移动平均值插值法	1821	1264	557	30.59%	0.813	0.6		1.2	√
		自然临点插值法	1821	1814	7	0.38%	0.147	0.6	√	1.2	√
		最近邻点插值法	1821	1796	25	1.37%	0.18	0.6	√	1.2	√
		最小曲率法	1821	1810	11	0.60%	0.19	0.6	√	1.2	√
试验区十	10000	多元回归插值法	2781	1475	1306	46.96%	0.508	0.4		0.8	√
		反距离加权插值法	2781	2688	93	3.34%	0.188	0.4	√	0.8	√
		改进的谢别德法	2781	2720	61	2.19%	0.185	0.4	√	0.8	√
		局部多项式插值法	2781	2592	189	6.80%	0.229	0.4	√	0.8	√
		克里金插值法	2781	2735	46	1.65%	0.18	0.4	√	0.8	√
		线性插值三角网插值法	2781	2735	46	1.65%	0.178	0.4	√	0.8	√
		移动平均值插值法	2781	1285	1496	53.79%	0.457	0.4		0.8	√
		自然临点插值法	2781	2736	45	1.62%	0.177	0.4	√	0.8	√
		最近邻点插值法	2781	2728	53	1.91%	0.188	0.4	√	0.8	√
		最小曲率法	2781	2729	52	1.87%	0.186	0.4	√	0.8	√
试验区十一	25000	多元回归插值法	1934	1469	465	24.04%	0.443	0.6	√	1	√
		反距离加权插值法	1934	1842	92	4.76%	0.25	0.6	√	1	√
		改进的谢别德法	1934	1870	64	3.31%	0.248	0.6	√	1	√
		局部多项式插值法	1934	1754	180	9.31%	0.282	0.6	√	1	√
		克里金插值法	1934	1874	60	3.10%	0.244	0.6	√	1	√

		线性插值三角网插值法	1934	1871	63	3.26%	0.24	0.6	√	1	√
		移动平均值插值法	1934	1371	563	29.11%	0.56	0.6	√	1	√
		自然临点插值法	1934	1870	64	3.31%	0.242	0.6	√	1	√
		最近邻点插值法	1934	1875	59	3.05%	0.246	0.6	√	1	√
		最小曲率法	1934	1875	59	3.05%	0.246	0.6	√	1	√
试验区十二	50000	多元回归插值法	1963	1508	455	23.18%	0.453	0.6	√	1	√
		反距离加权插值法	1963	1841	122	6.21%	0.278	0.6	√	1	√
		改进的谢别德法	1963	1825	138	7.03%	0.287	0.6	√	1	√
		局部多项式插值法	1963	1799	164	8.35%	0.344	0.6	√	1	√
		克里金插值法	1963	1859	104	5.30%	0.262	0.6	√	1	√
		线性插值三角网插值法	1963	1853	110	5.60%	0.249	0.6	√	1	√
		移动平均值插值法	1963	1388	575	29.29%	0.561	0.6	√	1	√
		自然临点插值法	1963	1858	105	5.35%	0.256	0.6	√	1	√
		最近邻点插值法	1963	1866	97	4.94%	0.26	0.6	√	1	√
		最小曲率法	1963	1858	105	5.35%	0.282	0.6	√	1	√
试验区十三	100000	多元回归插值法	2054	1687	367	17.87%	0.525	0.6	√	1.2	√
		反距离加权插值法	2054	1925	129	6.28%	0.362	0.6	√	1.2	√
		改进的谢别德法	2054	1840	214	10.42%	0.347	0.6	√	1.2	√
		局部多项式插值法	2054	1908	146	7.11%	0.405	0.6	√	1.2	√
		克里金插值法	2054	1895	159	7.74%	0.339	0.6	√	1.2	√

		线性插值三角网插值法	2054	1912	142	6.91%	0.302	0.6	√	1.2	√
		移动平均值插值法	2054	1552	502	24.44%	0.628	0.6		1.2	√
		自然临点插值法	2054	1905	149	7.25%	0.343	0.6	√	1.2	√
		最近邻点插值法	2054	1951	103	5.01%	0.318	0.6	√	1.2	√
		最小曲率法	2054	1877	177	8.62%	0.369	0.6	√	1.2	√