

《精密工程测量规范》

编制说明

国家标准项目名称： 精密工程测量规范

国家标准项目编号： 20184382-T-466

送审国家标准名称：

报批国家标准名称：

承担单位： 自然资源部测绘标准化研究所

当前阶段： 征求意见 送审稿审查 报批稿报批

编制时间： 2020年8月

一、工作简况

1、背景

本标准于2018年12月下达修订计划，国家标准计划号为20184382-T-466，自然资源部(测绘地理)归口上报及执行，主管部门为自然资源部(测绘地理)。主要起草单位包括：自然资源部测绘标准化研究所、陕西测绘地理信息局、自然资源部第一大地测量队、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、自然资源部四川测绘产品质量监督检验站、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、中国电建集团北京勘测设计院有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、建设综合勘察研究设计院有限公司、同济大学、武汉大学、中交公路规划设计院有限公司、北京市测绘设计研究院、国家基础地理信息中心、广州长地空间信息技术有限公司、天津市勘察院。

2、目的意义

精密工程测量也被称为特种精密工程测量、大型特种精密工程测量、精密测量等，是以经典的测绘学理论与方法为基础，运用现代大地测量学和计量学等科技新理论、新方法与新技术，针对工程与工业建设中的具体问题，使用专门的仪器设备，以高精度与高科技的特殊方法采集数据、进行数据处理，为获得所需要的数据与图形资料而进行的测量工作。精密工程测量的绝对测量精度优于毫米级或相对测量精度达到 1×10^{-5} 以上，具有高精度、高可靠性、自动化程度高等特点，是工程测量学科中最具有活力的一个研究与实践方向，引领着工程测量学科的发展。社会的发展、科技的进步不仅给人类生活带来了巨大的变化，同时推动了各种技术的不断提高，现代的精密测量技术是一种将电子、传感器、影像、光学、制造、计算机等技术融合为一体的综合高端的精密测量技术，精密工程测量越来越和其他先进科学技术相融合，并不断实现自动化、智能化、实时化及系统化的发展，且其测量精度也在逐步提高，并将获得更进一步的发展。

精密工程测量广泛应用于各个领域，如高铁工程、水利工程、港珠澳大桥工程、载人航天、探月工程、FAST 工程、高能粒子加速器、工业测量等国家重大基础设施和重大科学设施建设工程，精密测量技术在施工、安装、检测、控制和监测等阶段都发挥了不可替代的作用，成为影响工程整体质量的重要因素。所以为了保证工程建设成果的协调性、统一性、安全性和可靠性，以及提高成果质量和服务质量，必须对从工程设计、施工、运行到维护全过程的高精度测量技术要求、流程、指标、质量、成果等内容进行规定，才能有效保证各领域内精密工程测量成果的质量和水平，更快更好地推动我国的经济建设、国防建设和社会发展。

随着科学技术的发展，精密工程测量技术、方法和仪器也取得较大的发展，为保持原技术体系的完整性、现有标准之间的协调性以及标准体系的系统性、完整性，在本标准修订过程中，对经过实践检验正确合理的目前仍在使用的技术方法和技术指标予以保留；增加新的技术指标和方法；对已经淘汰不再使用的技术方法予以删除；对发生变化的技术、方法、标石等内容进行修改；与相关标准不协调的内容进行完善，以满足现代精密工程测量的实际需求。

3、起草单位及主要起草人

1) 承担单位和协作单位

承担单位（主编单位）：自然资源部测绘标准化研究所。

协作单位（参编单位）：陕西测绘地理信息局、自然资源部第一大地测量队、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、自然资源部四川测绘产品质量监督检验站、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、中国电建集团北京勘测设计院有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、建设综合勘察研究设计院有限公司、同济大学、武汉大学、中交公路规划设计院有限公司、北京市测绘设计研究院、国家基础地理信息中心、广州长地空间信息技术有

限公司、天津市勘察院。

2) 主要起草人及其所做工作
暂略。

4、主要工作过程

1) 前期准备

2018年住房城乡建设部下达了《精密工程测量通用规范》的全文强制性工程建设规范研编项目，由自然资源部测绘标准化研究所牵头起草。主编单位召集工程测量与城市测量生产单位、科研机构、企业、高校等专家组成规范研编组。随后，广泛搜集了国内外精密工程测量相关的标准以及政策法规进行梳理分析，并搜集公路、铁路、城建、桥隧、地下轨道、水利、核电、高校等涉及精密工程测量主要领域的相关资料进行专题研究。2018年5月-2019年3月，先后在西安、北京、武汉等地多次召开研讨会，统一规范研编思想与基本原则、确定规范范围、搭建标准框架、编写规范大纲、关键问题探讨、以及任务分工等。这些都为《精密工程测量规范》的修订奠定了良好的基础和提供了充分的技术依据。

2) 立项启动

本标准获得立项批准后，主编单位积极开展启动准备工作。2019年10月，主编单位召集专家在西安召开了《精密工程测量规范》修订的启动会。明确了修订的原则，进行了任务的分工。随后起草标准编制大纲和工作计划，并编制完成实施方案。

3) 起草阶段

2019年10月-12月，课题组广泛搜集了相关资料，进行认真分析、积极讨论，起草了修订大纲。

2020年1月-3月，主编单位根据各章节编写组起草的章节初稿，进行统稿并形成标准初稿。

2020年4月-7月，主编单位对《精密工程测量规范》和《精密工程测量

通用规范》进行了内容的协调，明确二者之间的关系，以及保证内容的协调一致，进一步完善了本标准初稿。

2020年8月13日，课题组在西安召开了本标准的初稿研讨会，对标准修订方向、技术要点、重点内容进行了详细探讨，并逐章节进行深入讨论。会后，主编单位进一步梳理部分技术内容，并统稿形成征求意见稿初稿。8月下旬，主编单位通过微信群、电子邮件的方式征求课题组全体成员对征求意见稿初稿的意见。8月底，在分析反馈意见的基础上，经进一步修改完善形成《精密工程测量规范》征求意见稿。

在编制过程中，课题组积极利用微信群、电子邮件、即时通信等手段，对有关问题进行了较为充分的沟通和讨论。

二、国家标准编制原则和确定国家标准主要内容的论据

1、标准编制原则

1) 一致性

本标准在编制过程中，所涉及到的概念、名词、分级要同相关标准保持一致性和延续性，避免矛盾、冲突和不一致的情况，方便工程的使用和理解的一致性。

2) 通用性

精密工程测量涵盖的领域很广，测量的技术方法众多，本标准仅对通用的技术方法、公共性的、基础性的指标和要求进行约束，强调标准的基础性和通用性，其他一些特殊的技术方法和要求应在相应的行业标准中体现。

3) 科学性

本标准在编制过程中，充分参考和借鉴国内外的法律法规和相关标准，所涉及到的具体指标要有充分的理论依据和成熟的技术支撑，编制的条款都应有科学的依据和出处。

4) 先进性

本标准在编制过程中既要考虑传统的、成熟的理论和技术，也要充分吸纳新的技术方法、信息保障、数据共享、信息化管理等方面内容，保证标准的适用性和先进性。

5) 稳定性

作为指导和规范精密工程作业的技术标准，应具有实用性与可继承性。经典的一些精密工程测量方法和手段予以保留和继承以保持测绘生产的延续性以及精密测量成果的可靠性。因此，本标准修订的重点放在新增一些成熟的新技术方法，修改一些不适用的技术要求。保持标准整体的稳定性。

6) 体系性

本标准在研编过程中，涵盖涉及到精密工程测量的主要技术领域，本标准应同其他相关的强制性标准、推荐性标准构成一个完整的技术体系，用于规范和指导精密工程测量各阶段的工作。

2、内容确定的主要依据

本标准主要依据《中华人民共和国测绘法》（2017 版）等法律法规和《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》（GB/T 1.1-2009）、国家一、二等水准测量规范（GB/T 12897）、近景摄影测量规范（GB/T 12979）、国家三角测量规范（GB/T 17942）、大地天文测量规范（GB/T 17943）、测量外业电子记录基本规定（CH/T 2004）、2102 因瓦条码水准标尺（JJG（测绘））、2101 数字水准仪检定规程（JJG（测绘））、水准仪检定规程（JJG 425）、全站性电子测速仪检定规程（JJG 100）、水准标尺检定规程（JJG 8）等技术标准，并结合精密工程测量的实践、技术发展趋势、行业的应用需求等进行编制。

三、主要技术内容说明

1、标准适用范围

本标准规定了精密工程测量及其控制网的布设原则、等级、作业要求和数据处理方法。

本标准适用于各类工程的勘察设计、施工放样、安装调试、变形监测诸阶段的精密测量工作，在其他领域应用时，其原则也可参照执行。

2、修订的技术内容

2.1 结构调整和编辑性修改

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》的要求，对本标准进行了结构调整和编辑性修改，主要调整的内容包括标准的结构、要素的表述、编排格式等体例上的内容，使其符合最新版GB/T1.1的要求。

2.2 修订的主要内容

1) 新增的内容

由于精密工程测量新技术方法以及仪器的发展，目前许多新的成熟的技术用于精密工程测量中，比如 μ -base测距仪、激光准直测量、激光垂准仪器法、激光三维测量法等。

a) 增加了“ μ -base测距仪测距”一节（见7.7）。 μ -base测距仪是目前一款主流的高精度测距仪器，在160m的距离上，测距精度优于 $\pm 10 \mu\text{m}$ ，在精密工程测量、工业测量、野外基线测量等领域都得到了成功应用。

b) 增加了“激光准直测量”一节（见9.6）。在垂直和水平方向准直测量、隧道挖掘导向和大地扫平测量中一般都采用激光准直测量方法，准直测量精度受激光束本身的漂移影响，测量距离越远测量精度就越低，一般用于短距离准直测量。

c) 增加了“激光垂准仪器法”一节（见10.4）。激光垂准仪控制垂直度的一种有效手段，其测量速度快，自动安平，不需要人工对光，激光直接投射，且测量精度高，是目前使用较为广泛的一种精密测量方法。

d) 增加了“精密三维测量”一章（见第12章）。

除了精密距离、角度、高程、准直、垂准的一维测量外，目前还有许多可以直接获得三维测量信息的精密测量方法，因此就新增了“精密三维测量”一章，该章里列出目前成熟的、通用的、前沿的一些精密三维测量方法及其作业要求。主要包括全站仪测量、地面三维激光扫描测量、视觉测量、激光跟踪仪测量、GNSS测量、地基雷达干涉测量等方法和作业要求。各种测量方法都具有自己独特的优势，在精密工程测量的各个领域发挥了各自重要的作用。

e) 其他增加内容

——增加了“质量控制与成果管理”一章（见第13章）。一方面保证精密工程测量作业全流程的完整性，另一方面保证精密测量成果的可靠性和安全性。

——增加了“平高点标志”的精度内容（见5.4.4）。照准标志同一点重复安装的空间位置偏差应小于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，水平方向的重复安装偏差应小于 $\pm 0.4\text{mm}$ ，垂直方向的重复安装偏差应小于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

——增加了“精密定向测量”的具体内容（见6.4）。补充了精密陀螺定向的作业要求。

2) 删除的内容

a) 删除了“划分为一、二、三、四级”精度等级（见3.2，94版的3.3），仅列出了确定精度指标的依据。具体的精度等级在下文的具体精密测量方法中体现。

b) 删除了“精密测角仪器的检验项目”的具体检验项目内容（见94版的7.2.2、7.2.4、7.2.5）。具体检验的项目按照JJG 414和JJG 100的有关规定执行。

c) 删除了“ME5000精密测距仪测距”的内容（见94版的8.9.6）。由于目前的作业过程中已不再使用ME5000精密测距仪，已被 μ -base测距仪替代，因此将其删除。

d) 删除了“几何水准测量的观测方法和技术要求”的辅助测量内容（见94版的9.2.2.6）。

e) 删除了“光学水准仪的检验”一节（见94版的11.3.4）。

f) 删除了“附录I、附录K、附录M、附录N”（见94版的附录I、附录K、附录M、附录N）。“附录I基本参数和公式”在教科书中都有，无需在附录中规定；“附录K静力水准仪安装、调校和使用规则”在实际作业时有相应的操作手册指导，无需在附录中规定；“附录M”近景摄影测量的内容放到了第12章中；“附录N”是过去的精密测量信息处理流程图，目前已不在适用。

3) 更改的内容

a) 更改了“坐标基准”的内容（见3.1, 94版的3.2）。补充了坐标基准有必要时应与2000国家大地坐标系建立联系。

b) 更改了“仪器检定”的描述（见3.6, 94版的3.7）。将“应建立计量站”改为“宜建立基准检校场”。

c) 更改了“提交成果”的描述（见3.7, 94版的3.8）。现在普遍建立的是数据库系统，所以将“应建立工程测量信息库系统”改为“宜建立工程测量数据库系统”。

d) 将“第4章 精密水平控制网”更改为“精密工程平面控制网和高程控制网”，并将94版第5章的内容纳入（见第4章，94版的第4章、第5章）。由于94版的第4章和第5章有部分内容交叉重叠，所以将其合并为一章。

e) 更改“设计原则”的内容（见4.1, 94版的4.1、4.2、4.5、5.1、5.2）。将94版4.1部分描述性的条款删除，部分技术要求的条款放入设计原则中，并将5.2高程控制网的设计原则一并融合。

f) 更改了“技术设计程序”的内容（见4.4.1, 94版的4.6）。补充了“大型精密工程根据需要建立平面基准点，数量不宜少于2个。”

g) 更改了“平面点标志”强制对中装置的精度指标（见5.2.3.3, 94版的6.2.6）。

h) 更改了“精密角度测量”的测角中误差（见6.1.1, 94版的7.1.1）；更改为只取一位小数。

i) 更改了“精密测角仪器的检验项目”（见6.2.3, 94版的7.2.2）。删除了具体检验的项目，检验项目应根据实际工程需要或环境要求进行增加。

j) 更改了“几何水准测量的观测方法和技术要求”的表格内容（见8.2.2.1, 94版的9.2.2.1）。94版仅考虑了光学水准仪，没有考虑数字水准仪，因此参照GB/T 12897《一、二等水准测量规范》的数字水准仪测量的技术要求进行了补充。

k) 更改了“引张线法”的内容，补充了引张线装置规格和主要部件规格以及自动化装置和监测的技术要求（见9.4, 94版的10.6.2）。

l) 更改了“精密工程测量数据处理”的内容（见第12章，94版的第12章）。将章节内容的顺序进行了调整，使其条理性更清晰，删除了一些不适合的条文，补充了信息化管理的条文。如“应建立专用的精密工程测量数据处理和管理信息系统。”

m) 更改了“附录B、附录E”的标志图（见附录B的图B.1、图B.2、附录E, 94版的附录B的图B.1、图B.2、附录E）。

2.3 其他内容说明

a) 4.2.1 平面控制网精度计算

相对点位中误差 M_{ij} ，可根据相对点位误差椭圆的长半轴和短半轴或相对坐标增量中误差来计算：

$$M_{ij} = \pm \sqrt{A_{ij}^2 + B_{ij}^2} \dots\dots\dots (1)$$

或

$$M_{ij} = \pm \sqrt{m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中： A_{ij}^2 ——相对点位误差椭圆的长半轴，mm；

B_{ij}^2 ——相对点位误差椭圆的短半轴，mm；

$m_{\Delta x}$ 、 $m_{\Delta y}$ ——相对坐标增量中误差，mm。

也可用边长的中误差和方位角中误差按下式计算：

$$M_{ij} = \pm \sqrt{m_s^2 + (m_\alpha \times s / \rho)^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中： m_s ——边长中误差，mm；

m_α ——方位角中误差，(″)；

s ——边长，mm；

ρ ——206265″。

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

无。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准依据《中华人民共和国测绘法》、《中华人民共和国标准化法》修订，符合相关法律规定。

本标准符合强制性国家标准 《国家大地测量基本技术规定》（GB 22021-2008）的要求。

本标准在制定过程中保持了与现有相关行业标准在基本技术指标和技术要求上的一致性。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

建议作为推荐性国家标准实施。

八、贯彻国家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)

本标准在颁布实施之后，建议开展相应的标准宣贯工作和标准培训，有利于标准使用部门和人员正确理解标准的内容。另一方面，跟踪服务对贯标中出现的技术问题，做好贯标记录，进行长期监督，并及时反馈问题至自然资源部测绘标准化研究所。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。