

ETM+ 和 ASTER 数据在遥感信息提取中的对比研究

林腾, 高光明, 刘容秀, 肖娟

(中南大学地学与环境工程学院, 湖南长沙 410083)

摘要: 遥感蚀变信息提取是找矿的一个重要技术手段。本文选择位于秘鲁南部阿雷基帕(AREQUIPA)省境内的萨卡纳(CERCANA)和伊卡(ICA)省境内的 Moarcona 铁矿区作为本文的两个研究区, 从分析地物光谱出发, 利用 ETM+ 和 ASTER 卫星影像数据, 通过主成份分析法和比值分析法分别对两个研究区进行泥化蚀变信息提取和铁染蚀变信息提取, 并对两者的提取结果进行对比分析。最后结果表明, 相较于 ETM+ 数据, ASTER 数据在矿化蚀变信息的提取方面具有更大的优势。

关键词: 矿化蚀变; ETM+ ; ASTER; 光谱特征; 主成份分析; 比值法

doi: 10. 3969/ j. issn. 1000- 3177. 2011. 01. 013

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000- 3177(2011) 113- 0065- 05

Comparison Between ETM+ and ASTER Data for Extraction of Alteration Information

LIN Teng, GAO Guang ming, LIU Rong xiu, XIAO Juan

(College of Geoscience & Environment Engineering, Central South University, Changsha, Hunan, 410083)

Abstract: Remote sensing extraction of alteration information technology is an important means of prospecting. This article selected CERCANA located in AREQUIPA province of southern Peru and Moarcona ore zone located in ICA Province of southern Peru as two study areas of this paper. And starting from the spectrum analysis of surface features, using ETM+ and ASTER satellite image data to extract clay alteration information of CERCANA by principal component analysis method, and extract iron staining alteration information of Marcona by band ratio method, besides making comparative analysis of the results of the two extractions. The final results show that ASTER data in the alteration information extraction has a greater advantage compared with ETM+ data.

Key words: alteration; ETM+ ; ASTER; spectral Characteristics; PCA; Band ratio

1 前言

目前, 遥感技术在岩性识别、地质构造解译、矿化蚀变信息提取等方面发挥着重要作用, 尤其是蚀变信息提取已成为找矿的一个重要技术手段^[1~2]。遥感蚀变信息是指各类遥感数据源中反映地质构造、含矿地质体和岩石蚀变(与金属矿化有关的)等地质现象的一种量化信息。在过去的三十年里, 多光谱遥感技术的数据源主要来源于 MSS、TM 和 ETM+, 其波谱分辨率和空间分辨率有限, 提取的

手段较为单一, 使得遥感技术的应用无法更深入。直至 1999 年 12 月, Terra 卫星获取的更高分辨率的 ASRER 数据为遥感信息提取方法提供了更多的选择, 尤其是它的 5 个 SWIR 波段数据更是被广泛地应用于不同粘土矿物的区分^[3]。

秘鲁属于南美大国, 位于纳兹卡洋壳板块与南美板块的碰撞带的南美板块西侧, 是环太平洋成矿构造带的主要组成部分。中生代以来火山、地震构造分布密集, 同时也是矿床集中分布的区域。本文以秘鲁阿雷其帕省(AREQUIPA)东南部的

收稿日期: 2010- 06- 21 修订日期: 2010- 07- 30

作者简介: 林腾(1986~), 女, 主要从事遥感与地理信息系统科研工作。

E mail: linteng86@126. com

CERCANA 地区和伊卡省(ICA)南部 Marcona 铁矿区为例,运用 PCI 等遥感影像处理软件,分别利用 ETM+ 数据和 ASTER 数据对 CERCANA 地区进行了粘土矿物信息提取,对 Marcona 铁矿区进行铁染信息提取,并分别对其结果进行对比分析。

2 研究区概况

研究区一(CERCANA)位于秘鲁南部阿雷其帕省东南部,在东经 $71^{\circ}17' \sim 71^{\circ}44'$,南纬 $16^{\circ}27' \sim 16^{\circ}49'$ 之间。根据秘鲁成矿区带划分,研究区为秘鲁南部古新世-始新世铜斑岩成矿带的组成部分,研究区中的 Cerro Verde 是一个世界级的斑岩铜矿床。从矿床产出区域的大地构造位置分析,CERCANA 为纳兹卡洋壳板块向南美大陆板块俯冲的安第斯山陆缘造山带岩浆弧的组成部分,白垩纪以来特别是古近纪——新近纪火山及岩浆活动强烈,主要产出钙碱性花岗闪长岩及火山喷发的岩类。矿区金属硫化物矿化带与热液隐爆侵入角砾岩、石英电气石隐爆角砾岩、硅化蚀变带共生,而隐爆角砾岩又主要受断裂与裂隙构造系统所控制,还有在岩墙、岩株及围岩中也有浸染状矿化。矿区主要岩性为二长闪长岩、石英二长岩、英安斑岩和硅化侵入角砾岩,其中与矿化最为密切的为流纹斑岩和硅化侵入角砾岩,其次为石英闪长岩和二长闪长岩。测区主要的蚀变是泥化蚀变,约占总体的 50%~60%;在泥化蚀变晕圈之外为大片的青盘岩化蚀变带(由绿泥石和绿帘石组成)。

研究区二(Marcona 铁矿区)位于伊卡省(ICA)南部,在东经 $74^{\circ}51' \sim 75^{\circ}10'$,南纬 $15^{\circ}02' \sim 15^{\circ}20'$ 之间。研究区主要出露地层有远古代的沿岸岩基、古生代前寒武系、中生代上侏罗系和新生代第四系覆盖物,主要出露岩体有花岗闪长岩和二长岩等。区内构造断裂带主要为北西向、北东向和近东西向,著名的 Marcona 铁矿就存在于这些主干断裂的次级断裂中。Marcona 铁矿位于海岸带附近,是岩浆岩热液沿着上侏罗系地层与前寒武系老地层的接触带在地热的作用下侵入侏罗系钙质层,并与老地层

的含钙质灰岩、钙质凝灰岩、钙质砂岩等发生接触交代形成的矽卡岩外接触带型铁矿。根据野外实地观测,可见到大量含铁矿物,含大量绿帘和石榴石的矿脉也清晰可见。其主要矿石矿物为磁铁矿,还有一些黄铁矿、菱铁矿、黄铜矿、赤铁矿等,脉石矿物主要为绿帘石和石榴石^[4]。

3 数据处理与信息提取

本文选取的 ETM+ 时相为 2005 年 4 月 19 日,数据格式为 GEOTIF,已经过辐射校正和几何校正,没有云和积雪的干扰影响,图像质量较好。选取的 ASTER 数据成像时间分别为 2001 年 06 月 2 日和 2003 年 05 月 30 日,景号分别为 S1623W7177 和 S1503W7544,共有 9 个波段,包括可见光和近红外的 1、2、3N 波段和短波红外的 6 个波段,已经过辐射校正和几何校正。再对选取的源数据进行预处理,包括几何精校正、按南美秘鲁 56 坐标系统重投影生成与秘鲁地形图一致的坐标系统、通过主成分分析和比值等图像信息增强处理、图像子区裁切等。

3.1 CERCANA 研究区的信息提取

3.1.1 利用 ETM+ 数据提取粘土蚀变矿物

目前,利用 ETM+ 数据的 1、4、5、7 波段对羟基蚀变矿物进行信息提取的技术已经十分成熟并且取得了很好的成果,因此本文选取波段 TM1、TM4、TM5、TM7 进行主成份分析来提取粘土矿化蚀变信息^[5-7]。从主成份分析变换矩阵(表 1)可以看出,PC4 中 ETM+ 5 波段的值为其最高特征向量值且呈正值,反映了粘土类矿物在 ETM+ 5 波段的高反射光谱特征,ETM+ 7 波段的值为其最高特征向量值且呈负值,反映了粘土类矿物在 ETM+ 7 波段强烈吸收的光谱特征,且 ETM+ 5 系数与 ETM+ 7 和 ETM+ 4 的系数符号相反,ETM+ 1 和 ETM+ 5 的系数符号相同,正好符合对羟基化物主分量判断的准则^[8-12]。因此,可利用 PC4 提取粘土蚀变信息。遥感泥化蚀变信息与已知矿点吻合情况(图 1)表明,提取的蚀变信息与已知矿点有着较好的相关性。

表 1 ETM+ 1, 4, 5, 7 主成分分析特征矩阵表

主成份 \ 波段	ETM+ 1	ETM+ 4	ETM+ 5	ETM+ 7	方差贡献(%)
PC1	0.53215	0.46732	0.46405	0.53206	86.13
PC2	-0.73525	0.61936	0.27154	-0.04546	10.17
PC3	0.37663	0.61596	-0.47015	-0.50765	3.35
PC4	0.18542	-0.13637	0.69992	-0.67612	0.34

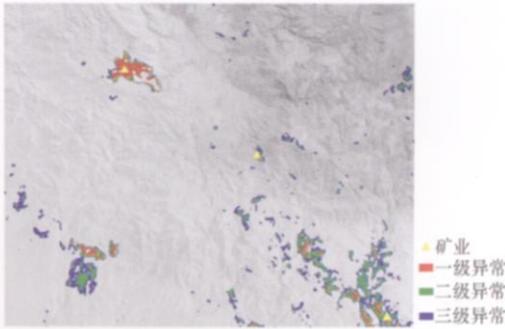


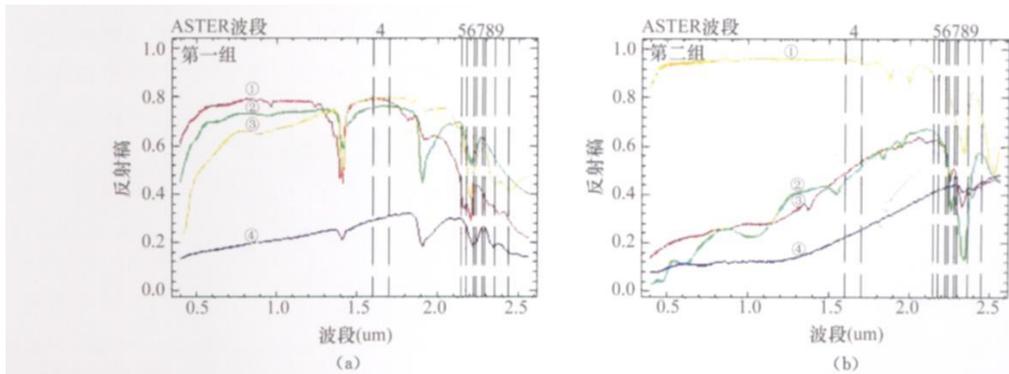
图1 遥感泥化蚀变信息与已知矿点吻合效果图

3.1.2 利用 ASRER 数据提取粘土蚀变矿物

相对于 ETM+ 数据来说, ASTER 数据波段多、波段范围窄、地面分辨率高, 更有利于提取粘土蚀变矿物。ASTER 数据提取粘土蚀变矿物主要根据蚀变

矿物的波谱特征来确定主成分分析的波段组合, 即 ASTER1、ASTER3、ASTER4、ASTER(N)^[13-14]。

在研究区的蚀变岩中, 含羟基的蚀变矿物主要有高岭土、蒙脱石、伊利石、绢云母、绿泥石、绿帘石、黑云母、方解石等, 它们的特征谱带与 ASTER 数据波段的对应关系是提取这些矿物的关键因素。因此, 根据这些矿物的特征谱带, 将其分为 2 组, 从它们的波谱曲线与 ASTER 数据波段的对应关系(图 2, 其标准谱线来源于 ENV I4.6 软件中的波谱库)可以看出: 第一组蚀变矿物在 ASTER6 波段有强吸收, 所以可选择该波段来提取第一组的蚀变异常信息; 第二组蚀变矿物在 ASTER8 波段有强吸收, 则选择其来提取第二组的蚀变异常信息。



(a) 第一组: ①—高岭土; ②—蒙脱石; ③—绢云母; ④—伊利石。(b) 第二组: ①—方解石; ②—绿帘石; ③—绿泥石; ④—黑云母。

图2 第一组与第二组蚀变矿物的波谱曲线与 ASTER 数据波段的对应关系

3.1.2.1 第一组蚀变矿物异常信息的提取

利用 ASTER1、ASTER3、ASTER4、ASTER6 的波段组合进行主成分分析提取矿物异常信息。从其特征向量矩阵(表 2)可以看出, PC4 中 ASTER4、ASTER6 的系数符号相反, ASTER1 与 ASTER4 的系数符号相同, 符合羟基化物主分量的判断标准, 因此, 可

利用 PC4 来提取第一组蚀变矿物的异常信息。

3.1.2.2 第二组蚀变矿物异常信息的提取

第二组蚀变矿物异常信息提取中参与主成分分析的波段组合为 ASTER1、ASTER3、ASTER4、ASTER8。根据其特征向量矩阵(表 3)和羟基化物主分量的判断标准可知, PC4 聚集了这些蚀变矿物的异常信息。

表2 ASTER1、3、4、6 波段主成分分析特征矩阵表

主成份 \ 波段	ASTER1	ASTER3	ASTER4	ASTER6	方差贡献(%)
PC1	0.53137	0.48468	0.49219	0.49039	90.18
PC2	0.66984	0.22726	-0.63251	-0.31559	5.28
PC3	-0.39220	0.79288	0.09713	-0.45617	4.11
PC4	0.33933	-0.29118	0.59012	-0.67218	0.42

表3 ASTER1、3、4、8 波段主成分分析特征矩阵表

主成份 \ 波段	ASTER1	ASTER3	ASTER4	ASTER8	方差贡献(%)
PC1	0.51828	0.46569	0.47521	0.53730	90.31
PC2	0.64535	0.27406	-0.65570	-0.28011	4.72
PC3	-0.34190	0.76382	0.20038	-0.50945	4.58
PC4	0.44498	-0.35299	0.55143	-0.61099	0.38

然后,再分别对两组蚀变矿物的 PC4 进行直方图均衡化、中值滤波、密度分割等处理,分别得

到第一组矿物和第二组矿物的蚀变异常信息图(图3)。

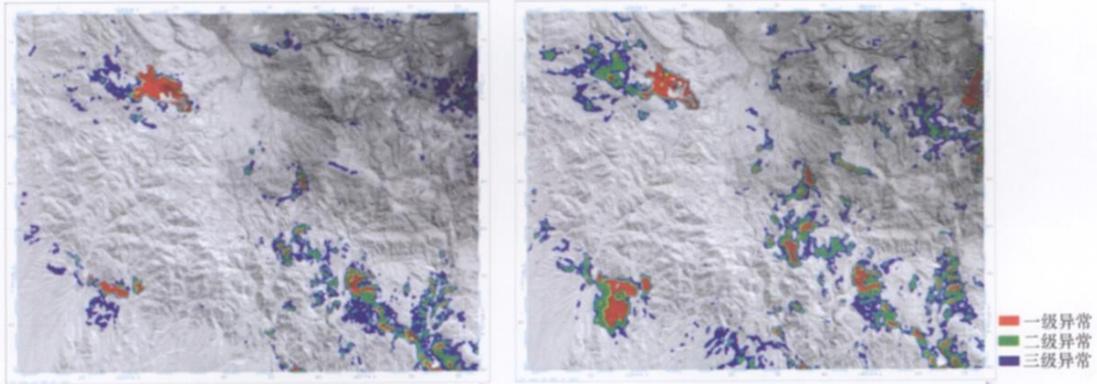


图3 基于 ASTER 的第一组矿物(左)和第二组矿物(右)的蚀变异常信息图

为了更直观地描述提取的两类矿物的蚀变异常信息,将两类矿物的蚀变信息进行信息增强,分别赋以 R、G、B 颜色进行彩色合成并叠加已知矿点(图4)。图中,蓝色代表第一组矿物异常信息,梅红色代表第二组矿物异常信息,黄色代表两组矿物的混合信息。结合实际地质及相关资料,发现提取结果和野外勘查及物探电法(双频激电)扫面结果吻合的较好。

co na 铁矿区进行铁染信息提取。遥感铁染蚀变信息与已知矿区吻合情况(图5)表明,提取的蚀变信息与已知矿区有着较好的相关性。

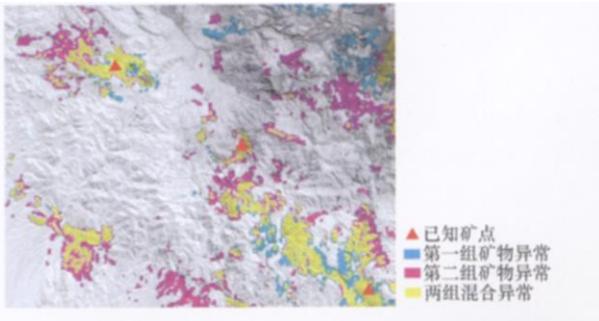


图4 ASTER 数据提取结果与已知矿点吻合效果图

通过对 CERCANA 区域的泥化蚀变信息提取效果可知,ETM 数据的提取结果和 ASTER 数据的提取结果基本上与该地区的已知矿点相吻合。但是,对比两图可以看出,ASTER 数据提取的蚀变斑块明显较多,且基本上呈片状分布,密度大;而 ETM 数据提取的蚀变信息少而零星,分布密度较低。由此表明 ASTER 数据的提取效果去明显好于 ETM 数据的提取效果。

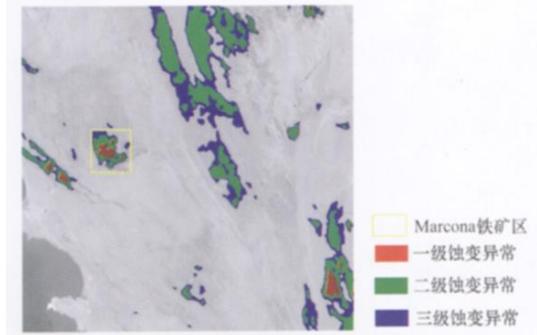


图5 遥感铁染蚀变信息与已知矿区吻合效果图

3.2 Marcona 铁矿区的信息提取

3.2.2 利用 ASRER 数据提取蚀变矿物

3.2.1 利用 ETM+ 数据提取蚀变矿物

波段比值法是遥感波谱信息提取常用的方法,其利用反射波段与吸收波段的比值处理增强各种岩性之间的波谱差异,降低地形导致的阴影影响,从而提取蚀变信息。根据各类地物在不同波段的光谱特征和对比试验,可知 TM3/TM1 能突出铁氧化物^[15]。因此,本文采用 TM3/TM1 比值法对 Mar-

在研究区的蚀变岩中,引起铁化的矿物主要有磁铁矿、针铁矿、赤铁矿和黄铁矿等,从它们的波谱曲线与 ASTER 数据波段的对应关系可知,蚀变矿物在 ASTER1 波段有强吸收,而在 ASTER5 波段有反射,因此选择 ASTER5/ ASTER1 波段比值来提取研究区的铁染异常信息。最后把遥感铁染异常信息图与已知矿区进行叠合(图6)。结合 Marcona 铁矿区实际地质及相关资料,可以看出提取结果与已知矿区基本吻合。

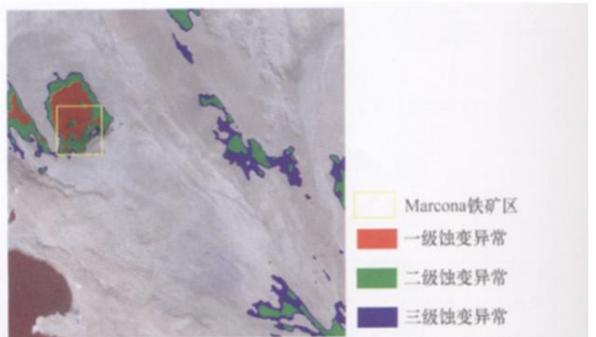


图6 ASTER 数据提取结果与已知矿区吻合效果图

通过对研究区二的铁染信息提取效果可知, ETM 数据的提取结果和 ASTER 数据的提取结果基本上与 Marcona 铁矿区吻合。但是, 由两图对比可以看出, ASTER 数据提取的 Marcona 铁矿区的铁染异常斑块占据的面积要明显大于 ETM 数据所提取的, 更能说明该区的高铁矿化信息, 进而验证了该区的磁异常是由磁铁矿物引起的。

4 结束语

通过对 ETM+ 数据提取的粘土蚀变信息图像与 ASTER 数据提取的粘土蚀变信息图像进行对比, 发现两种数据源提取的蚀变异常的分布范围基本上是一致的。但是, 相较于 ETM+ 数据, ASTER 数据波段数较多, 空间分辨率更高, 能很好地识别不同类型的含羟基蚀变矿物, 在泥化类型上具有一定的诊

断性, 而 ETM+ 数据却无法做到^[16]。这是遥感数据从区分岩性到区分蚀变矿物的一个进步。此外, 通过 CERCANA 区域已知矿点与提取的泥化信息的吻合效果进行比较发现, ASTER 数据提取的泥化信息的吻合度要多且高于 ETM+ 数据; Marcona 铁矿区铁染信息的提取结果也可看出, ASTER 数据提取的信息的吻合度也要多且高于 ETM+ 数据, 这对区域成矿靶区的圈定有较强的参考价值。

目前, Landsat 系列卫星数据在遥感蚀变信息提取中的技术手段已经十分成熟, 且应用也十分广泛, 但却受限于波段数量, 不具备区识别矿物的能力, 而 ASTER 数据正好弥补了 ETM+ 的这一缺点, 在羟基信息的提取方面具有更大的优势。而且 ASTER 数据价格低廉, 是遥感蚀变信息提取数据源的一个更好的选择。

参考文献

- [1] 李建国, 毛德宝. 基于 ETM+ 与 ASTER 数据的矿化蚀变信息提取方法研究——以满都拉地区为例[J]. 地质调查与研究, 2007, 30(3): 234-240.
- [2] 吕凤军, 邢立新, 范继璋, 等. 基于蚀变信息场的遥感蚀变信息提取[J]. 地质与勘探, 2006, 42(2): 65-68.
- [3] 毛晓长, 刘文灿, 杜建国, 等. ETM+ 和 ASTER 数据在遥感矿化蚀变信息提取应用中的比较——以安徽铜陵凤凰山矿田为例[J]. 现代地质, 2005, 19(2): 309-314.
- [4] 张云. 航磁及遥感信息在秘鲁南部铁矿预测中的应用[D]. 长沙: 中南大学, 2010.
- [5] 方洪宾, 李志中. 遥感化探信息综合分析在地质找矿中的应用研究[J]. 国土资源遥感, 1998, 38(4): 33-37.
- [6] 廖崇高, 陈建平, 刘登忠. 兰坪盆地遥感地质及化探综合分析在成矿预测中的应用[J]. 国土资源遥感, 1999, 42(4): 17-23.
- [7] 韩玲, 卜晓翠. 基于 ERDAS 的蚀变遥感异常提取方法[J]. 遥感技术与应用, 2007, 22(6): 696-699.
- [8] 荆凤, 陈建平. 矿化蚀变信息的遥感提取方法综述[J]. 遥感信息, 2005(2): 62-64.
- [9] 魏文新. 遥感数据与化探数据融合及应用研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2006.
- [10] Rokos D, Argialas D, Mavrantza R, et al. Structural analysis for gold mineralization using remote sensing and geochemical techniques in a GIS environment: island of Lesbos, Hellas [J]. Natural Resources Research, 2000, 9(4): 277-293.
- [11] 马建文. 利用 TM 数据快速提取含矿蚀变带方法研究[J]. 遥感学报, 1997, 1(3): 208-213.
- [12] 刘福江, 吴信才, 孙华山. 遥感与化探数据融合技术在金矿预测中的应用[J]. 地质与勘探, 2007, 43(3): 74-77.
- [13] 耿新霞, 杨建民, 张玉君, 等. ASTER 数据在浅覆盖区蚀变遥感异常信息提取中的应用——以新疆西准噶尔包古图斑岩铜矿岩体为例[J]. 地质论评, 2008, 54(2): 184-191.
- [14] 童庆禧, 田国良. 中国典型地物波谱及其特征分析[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [15] 王晓鹏, 谢志清, 伍跃中. ETM 图像数据中矿化蚀变信息的提取——以西昆仑塔什库尔干地区为例[J]. 地质与资源, 2002, 11(2): 119-122.
- [16] 叶发旺. ASTER 数据与 ETM 数据蚀变信息提取的对比研究——以巴什布拉克铀矿区油气还原蚀变分析为例[J]. 地球信息科学学报, 2009, 11(3): 274-281.

国家标准《全球导航卫星系统连续运行基准站网技术规范》通过审查

11月24日, 全国地理信息标准化技术委员会在北京召开了标准审查会, 由国家基础地理信息中心组织编写的国家标准《全球导航卫星系统连续运行基准站网技术规范》通过审查。国家标准审查委员会听取了标准编写组关于标准编制的说明, 审查了标准送审稿及相关材料, 经质询和认真讨论后一致认为, 该标准编写组提交的审查材料齐全、内容完整、编排规范, 技术内容适用范围广, 可操作性强, 具有指导和约束作用。建议编写组根据审查专家意见修改完善后尽快报批。该标准填补了国内空白, 达到国际先进水平, 是我国现代测绘基准标准体系的重要组成部分, 对国家和区域基准站网、专业应用网的建设具有重要的指导意义。

(陈明)