

中国地球物理站网（地磁）规划 （2020-2030年）

中国地震局
2020年4月

中国地球物理站网(地磁)规划

目 录

引 言.....	1
第一章 现状分析.....	2
1.1 国内现状	2
1.1.1 站网架构与规模	2
1.1.2 站网产出与应用	3
1.2 国际发展趋势	4
第二章 需求分析.....	6
2.1 地震监测预报的需求.....	6
2.2 地震科学研究的需求.....	7
2.3 国防建设和社会经济高质量发展的需求.....	7
第三章 问题与不足.....	8
3.1 海域和陆地监测存在空白区域.....	8
3.2 地震重点监视防御区监测能力不足.....	8
3.3 观测环境干扰严重.....	8
3.4 观测系统融合与共享不够.....	8
第四章 设计思路和目标.....	9
4.1 设计思路	9
4.1.1 坚持均匀布网与区域加密相结合	9
4.1.2 加快新型地磁观测技术应用	9
4.1.3 加强系统融合与共享	9

4.1.4 强化地磁观测标准化	9
4.2 设计目标	10
第五章 站网设计.....	11
5.1 基准网	11
5.2 基本网	12
5.3 卫星地磁观测	13
5.4 主要指标	14
5.4.1 覆盖度指标	14
5.4.2 精准度指标	15
5.4.3 时效性指标	15
第六章 规划实现路径.....	16



引言

为全面贯彻落实习近平总书记关于提升自然灾害防治能力、防灾减灾救灾和科技创新的重要论述精神，贯彻实施《中华人民共和国防震减灾法》关于中国地震监测台网实行统一规划和分级、分类管理的要求，落实中国地震局党组《关于全面深化改革的指导意见》和《地震监测预报业务体制改革顶层设计方案》等改革部署，需要对标新时代防震减灾事业现代化要求和监测预报国际发展趋势，科学设计中国地磁站网未来发展方向。

我国地磁观测历史悠久，经过近几十年的发展，已基本建成相对均匀覆盖全国、局部有所加密的站网布局，在中国大陆地磁背景场、强震中短期地点判定、国防安全、矿产资源勘探等方面发挥了重要作用。但是，对标国际先进水平和自然灾害防治需求，现有地磁站网尚有较大不足，主要表现为：全国地磁基本场和变化磁场背景描述能力不够；地磁自动化绝对观测技术和抗干扰观测技术发展不足，制约观测站网优化布局；多种观测系统融合不够，缺乏标准化配置要求，数据融合应用困难，影响地磁观测应用效能的有效发挥。

到 2030 年，通过合理布局和科学配置资源，共享利用国内外卫星磁测、国际地磁台网等监测资源，构建地基、空基、海基一体化地磁场观测网络，实现对我国地磁基本场和变化磁场的高精度、高时空分辨率观测，为地震监测预报、地球科学研究和其他应用提供高质量的基础数据，为最大限度防范和化解地震灾害风险提供技术支撑。



第一章 现状分析

1.1 国内现状

1.1.1 站网架构与规模

我国地磁观测历史悠久，早在 1874 年，佘山地磁台的前身——徐家汇地磁台就开始地磁场记录。新中国成立后，在 1957 年~1958 年的国际地球物理年期间，先后建成了北京、长春、广州、拉萨、武汉、兰州和乌鲁木齐等地磁台，连同佘山台，被称为“老八台”，初步构成了我国地磁站网的基本框架。目前，我国地磁站网由基准网、基本网和流动网三级构成，主要任务是为地震监测预报提供地磁场及其动态演化数据，同时服务于地球科学研究、国防建设和其他社会应用。地磁站网观测站分布如图 1.1 所示。

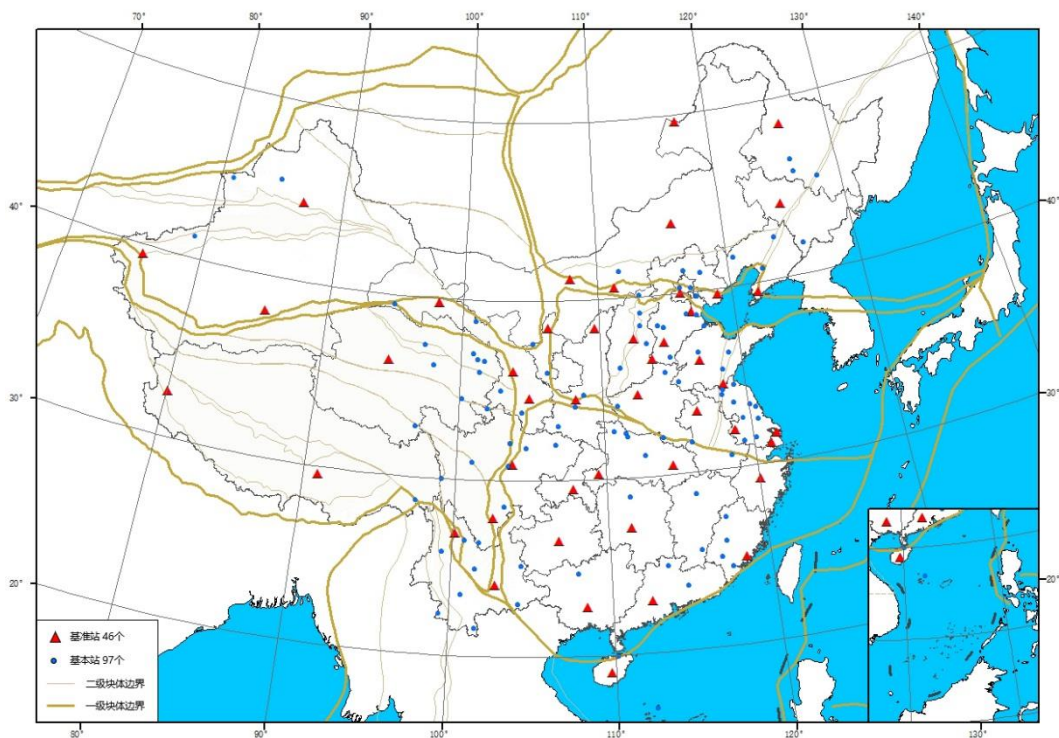


图 1.1 地磁站网分布情况

(1) 基准网

基准网的主要功能是监测全国地磁基本场及其长期变化。基准网现有



46 个基准站，在中东部地区平均站间距约 600 千米，在西部地区站点分布相对稀疏。

基准站配置地磁绝对观测仪器和相对观测仪器。地磁绝对观测仪器测量地磁场要素的绝对值，每周进行 2 次人工观测；地磁相对观测仪器连续记录地磁场要素随时间的变化。

(2) 基本网

基本网的主要功能是在全国地磁基本场基础上监测变化磁场及其短周期变化。基本网现有 97 个基本站，在中东部地区平均站间距约 200 千米，在西部地区站点分布相对稀疏。

基本站配置连续记录地磁场要素随时间变化情况的相对观测仪器和总强度绝对观测仪器。

(3) 流动网

流动网的主要功能是在地磁基准网基础上定期开展地磁场绝对观测，以提高地磁基本场及其长期变化的空间分辨力。流动网现有 1385 个测点，在中东部地区平均测点间距为 70 千米，在新疆、西藏地区平均间距 150-200 千米。

流动网配备绝对观测仪器测量地磁场要素的绝对值。

1.1.2 站网产出与应用

(1) 产出时间尺度不大于 1 个月、空间尺度约 600 千米的地磁场要素绝对值观测数据。

(2) 产出时间尺度为 5 年、空间分辨力约 70 千米的中国地磁图，作为全国地磁场长期变化背景。

(3) 产出时间尺度为数月~数年、空间尺度约几百千米的岩石圈磁场变化分布图，服务于我国大陆地震中期预报。

(4) 产出时间尺度为 1 秒或 1 分钟、全国大部分地区空间分辨力为 200 千米的地磁场相对观测数据，形成全国变化磁场分布图，服务于我国大陆地震短期预报。



地磁站网主要产品产出情况见表 1.1。

表 1.1 地磁站网主要产品产出表

观测对象		产品名称	技术指标
地磁基本场	主磁场	中国大陆主磁场分布图	(1) 时间分辨力: 1 年; (2) 空间分辨力: 华东、首都圈和华中地区约 600 千米, 其他地区约 1000 千米; (3) 精度: 优于 2nT。
	岩石圈磁场	岩石圈磁场分布图	(1) 时间分辨力: 数月~1 年 (结合流动磁测); (2) 空间分辨力: 约 70 千米 (重点监视区); (3) 精度: 优于 5nT。
变化磁场		全国变化磁场分布图	(1) 时间分辨力: 1 日; (2) 空间分辨力: 南北带、首都圈和华东地区约 200 千米, 其他地区 500~1000 千米; (3) 精度: 优于 1nT。

1.2 国际发展趋势

国际上多以地磁台阵的方式对地震进行观测与研究。美国在加利福尼亚州布设地磁台阵, 通过数学处理方法提取超低频地磁信息, 在 1989 年洛马·普雷塔 (Loma Prieta) 7.1 级地震震前 12 天捕捉到较强的异常信号。日本在伊豆半岛西部和千叶半岛南部布设了一个 (间距约 4~7 千米) 高密度地磁台阵, 在震前 2~3 周成功对 2000 年伊豆诸岛震群的震源位置进行了确定。

此外, 国际上许多国家多以地磁区域台网或台阵的方式对地磁场进行科学研究。我国在四川、甘肃等地建设有 4 个地磁台阵开展震磁关系研究, 沿着东经 110°、120° 北纬 30°、40° 建设了 27 个地磁子午链台站开展空间电磁环境监测。以日本为主导, 在地磁经度 210° 子午线附近建立了包括 30 多个地磁基本站的地磁观测系统, 开展全球极光活动及能量和等离子体传输过程的监测和研究。以美国为主导, 建立 12 个地磁基本站组成的南美地磁场观测系统, 开展高纬与中低纬地区地磁场扰动的能量传输过程



研究。丹麦沿经度链 300°左右布设 18 个地磁基本站，用于开展空间科学方面的研究。加拿大以台阵的方式监测近地空间活动对地磁场扰动的情况，共建有 25 个地磁基本站。

目前国际上最大的地磁观测合作组织是国际地磁台网（INTERMAGNET），其工作目标是在全球范围建立一个数字化地磁观测站的合作体系，促进数据交换，推动地磁数据产品最大程度的接近实时状态。目前全球已有 144 个地磁基准站加入了国际地磁台网，涵盖 56 个国家和地区。



第二章 需求分析

为更好的发挥地磁站网的作用，需要科学分析并明确未来地磁站网的发展方向和目标，进一步优化设计地磁站网，提高站网的覆盖度和数据产出的精准度、时效性。

2.1 地震监测预报的需求

地球磁场由地磁基本场（包含：主磁场、岩石圈磁场）和变化磁场组成。主磁场来自地心偶极子场和非偶极子场组成，主磁场变化缓慢，每年变化幅度约几十 nT；岩石圈磁场来自地壳和上地幔，岩石圈磁场基本稳定，剧烈构造运动可导致岩石圈磁场发生变化。变化磁场由空间电流体系及其地球内部的感应电流体系产生，变化速度快，频率范围从数百赫兹到数十日，其变化不但取决于太阳活动，还与地下介质的电性密切相关。

(1) 岩石圈磁场异常信息提取

地震孕育过程中的压磁效应导致岩石圈岩石磁性发生改变，通过对区域岩石圈磁场的观测，可获得岩石圈磁场的局部异常时空变化信息，进而获得与地震孕育及发生过程相关联的变化信息。地震岩石圈磁异常空间尺度在几十至数百千米，年变化幅度约几十 nT，持续时间为数月至数年以上。要获得准确的岩石圈磁场，需要在全国以 600 千米间距、观测精度优于 2nT，相对均匀布设地磁基准站观测地球主磁场长期变化。

(2) 变化磁场异常信息提取

地球变化磁场可以反映地下电性结构的变化，对强震危险源有一定指示意义。变化磁场不同频段对应于不同的观测精度，在数十分钟到数十小时频段测量分辨力优于 1nT，在数百赫兹~数百秒频段测量分辨力优于 0.01nT。要获取准确、可靠的变化磁场，需要在全国以不大于 200 千米间距、观测精度优于 1nT，相对均匀布设地磁基本站。



2.2 地震科学研究的需求

地磁观测数据能够为地球结构模型建立、地震动力学发展提供有效支撑，也可用于地磁场起源及地壳演化等研究。地磁场的日变化主要来自于电离层中电流体系，既是开展空间天气观测与研究的基础数据，也是研究地球内部电性结构的重要数据。

2.3 国防建设和社会经济高质量发展的需求

地磁场是地球固有的地球物理基本场，不受控于卫星的失效、天气状况和人工电磁干扰等因素，通过地磁场观测建立磁场模型可以获得高精度、高分辨率地磁图，用于航空航天导航与飞行器制导。地磁场信息可以应用于石油工业的钻井定向，同时利用地磁观测资料得到地磁异常，可应用于矿产资源勘查和国家电网灾害预警，服务社会经济发展。



第三章 问题与不足

对照应用服务需求和技术发展趋势，目前我国的地磁站网还存在如下问题亟需解决。

3.1 海域和陆地监测存在空白区域

地磁场绝对观测仍然采取人工观测，自动化连续观测尚未实现，受自然地理条件的限制，我国西部地区基准站间距过大，观测我国地磁基本场及其长期变化能力不足，为岩石圈磁场异常信息提取的支撑不够。

观测变化磁场的基本站绝大部分布设在东部地区和南北地震带，全国变化磁场动态背景不够精细，且海域变化磁场监测处于空白，不能有效支撑地磁日变化异常等地震地磁异常信息提取。

3.2 地震重点监视防御区监测能力不足

地震重点监视防御区地磁场观测基本依靠流动观测，每年度最多测量4期，且只观测地磁场绝对值，影响地震地磁异常信息获取的时效性，也无法获取变化磁场异常信息。

3.3 观测环境干扰严重

随着经济社会的发展，基础设施、轨道交通、高压直流输电等建设，对地磁观测环境破坏日益严重，目前近95%观测台站受到不同程度的观测环境干扰影响。

3.4 观测系统融合与共享不够

目前，地磁观测包括固定网观测、流动观测、航空磁测和卫星磁测等，但受各种因素约束，不同观测系统尚未有效融合，观测数据产出、管理和应用，以及产品产出相互孤立，影响观测效能的充分发挥。



第四章 设计思路和目标

坚持目标和需求导向，围绕地震监测预报、地球科学研究、国防建设和社会经济保障等重大任务，通过发展新型观测技术、优化站网布局，共享利用国内外卫星磁测、国际地磁台网等观测资源，构建地基、空基、海基一体化地磁观测网络。

4.1 设计思路

4.1.1 坚持均匀布网与区域加密相结合

在全国相对均匀布局基准站和基本站，实现对地磁基本场、变化磁场及其短周期变化背景的有效监测。在首都圈、川滇等地震重点监视防御区加密连续观测站，为捕捉地震地磁异常信息提供足够空间、时间分辨力的地磁场数据。

4.1.2 加快新型地磁观测技术应用

发展自动化地磁绝对观测技术，在西部和边境地区观测条件恶劣区域开展地磁绝对值连续观测，逐步实现地磁绝对观测自动化。发展井下地磁观测技术，有效规避地面干扰，实现在观测环境干扰严重地区的地磁场有效监测；发展海洋地磁观测技术，实现海域地磁场连续监测。

4.1.3 加强系统融合与共享

加强地磁固定观测、流动观测、航空测量和卫星测量的数据融合，共享地震行业外地磁观测台站和国际地磁台网（INTERMAGNET）的观测数据，提高地磁观测的应用和服务效能。

4.1.4 强化地磁观测标准化

优化地磁观测站分级分类，规范各类地磁观测站功能定位和成果产出要求，标准建设各级各类站点的磁房、观测井等观测设施和配置观测设备，提升我国地磁观测的标准化水平。



4.2 设计目标

采取基准网和基本网二级布局架构，基准网提供全国地磁基本场并结合流动网定期产出中国地磁图，基本网提供全国变化磁场，在地震重点监视防御区加密观测，实现对我国地磁基本场及其动态变化的精细描述，为获取岩石圈磁异常和地磁日变异常、地磁扰动异常等变化磁场信息，提供连续、高质量的观测数据，基本形成立体化的地磁站网布局。

到 2030 年，地磁站网观测能力应满足以下指标，如表 4.1 所示。

表 4.1 地磁站网观测能力主要设计指标

观测对象		主要设计指标
地磁基本场	主磁场	(1) 时间分辨力：1 月； (2) 空间分辨力：约 600 千米（全国）； (3) 精度：优于 2nT。
	岩石圈磁场	(1) 时间分辨力：数月~1 年（结合流动磁测）； (2) 空间分辨力：约 70 千米（重点监视区）； (3) 精度：优于 5nT。
变化磁场	变化磁场	(1) 时间分辨力：1 秒或 1 分钟； (2) 空间分辨力：约 200 千米，重点监视区约 50~100 千米； (3) 精度：优于 0.5nT。



第五章 站网设计

坚持需求和目标导向，遵循统一设计、标准化建设的要求，按照基准网整体控制，基本网准确刻画两个层次进行设计，最大程度提升中国地磁站网观测数据的准确性和可靠性。

5.1 基准网

基准网用于观测我国地磁基本场及其长期变化特征，反映我国地磁基本场分布及其变化基本规律，提供从数月到数十年乃至上百年的时间尺度的地磁场信息，同时兼顾基本网的功能。

基准网由 60 个基准站构成。

布设依据：根据目前国际上主流的地磁场模型，有效描述地磁基本场的地磁场空间分布尺度大约为 600 千米，基本磁场的变化幅度为几 nT~几十 nT/年。为准确反映我国地磁基本场，基准站间距一般应为 600 千米左右，地磁场观测精度要优于 2nT。

主要产品：中国地磁场分布图。

站址要求：静态磁干扰强度应不大于 0.5nT，变化磁干扰强度应不大于 0.1 nT，场地磁场梯度应小于 1nT/m。站址观测环境在至少 30 年内得到保护。

仪器配置：基准站观测内容包括磁偏角 D、磁倾角 I 和总强度 F 的绝对值；磁偏角 D、水平强度 H、垂直强度 Z 的相对值。基准站应配置地磁绝对观测仪器和相对观测仪器，并全部采用双备份。

(1) 配置地磁 D、I、F 连续绝对观测仪器。

(2) 配置地磁 D、H、Z 连续相对观测仪器。

基准站分布如图 5.1 所示。

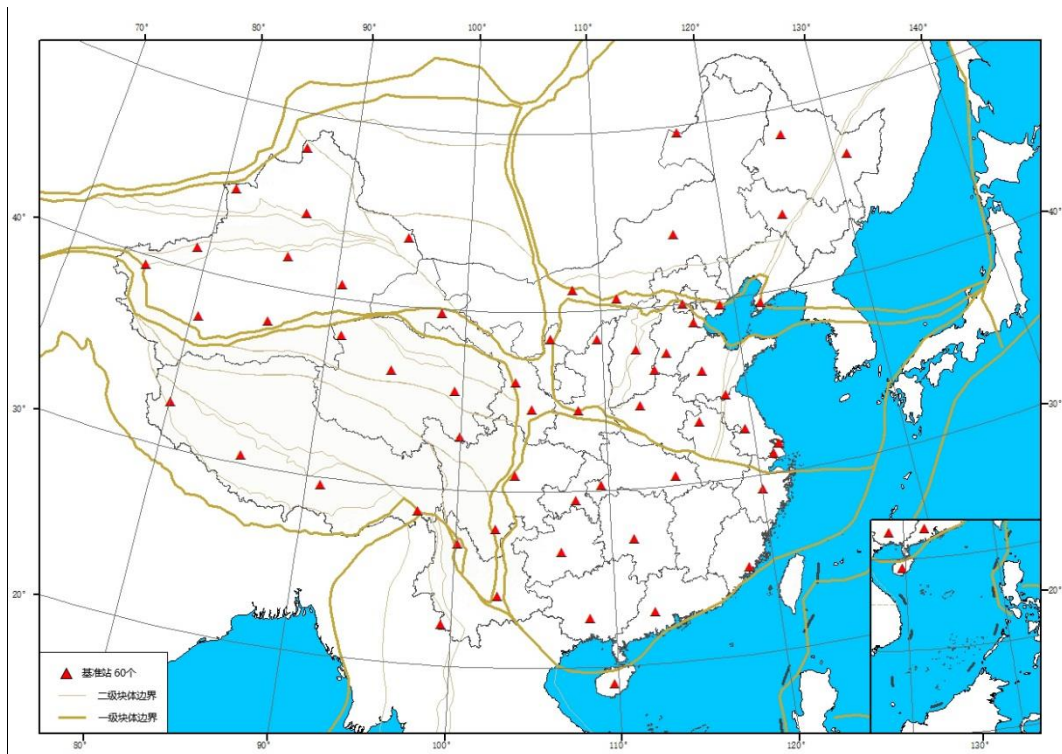


图 5.1 中国地磁站网基准站分布情况

5.2 基本网

基本网用于观测我国大陆和周边海域的变化磁场随时间变化及其空间分布，反映我国变化磁场分布及其地震地磁异常信息，提供从 1 秒或 1 分钟到几个月尺度的变化磁场信息。基本网由 316 个基本站构成。

布设依据：震源体及相邻岩体在地震孕育过程中产生的近源磁效应所波及的空间范围基本上与震源体大小相当或稍大，根据国内外研究成果和实践经验，一般 7 级地震的近场前兆范围为 100~300 千米。为捕获地震地磁异常信息，基本站间距一般不大于 200 千米。另外，为加强台阵在反演震源体位置方面作用，在首都圈、川滇两个重点地区按照 50~100 千米间距加密布设基本站，捕捉精细的地震地磁异常信息。

主要产品：中国变化地磁场分布图。

站址要求：静态磁干扰强度不做要求，变化磁干扰强度应不大于 1nT，场地磁场梯度应小于 5nT/m。站址观测环境在至少 10 年内得到保护。

仪器配置：基本站观测内容主要是磁偏角 D 、水平强度 H 和垂直强度 Z 的相对值和总强度 F 的绝对值。基本站根据建设场址环境条件安装方式分为地表型、井下型和海域型三种类型。

(1) 地表型基本站。配置适用于地表观测的 D 、 H 、 Z 连续相对观测仪和总强度 F 连续绝对观测仪；

(2) 井下型基本站和海域型基本站。配置适用于井下和海洋观测的相对连续观测仪和总强度 F 连续绝对观测仪。

基本站分布图如图 5.2 所示。

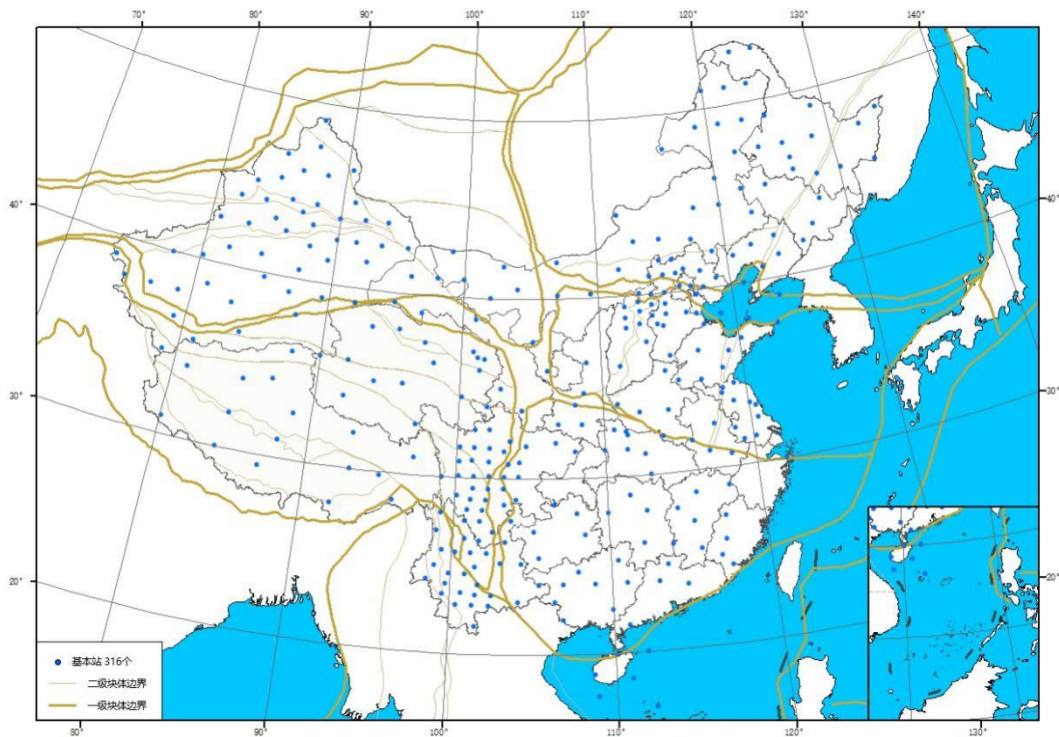


图 5.2 中国地磁站网基本站分布情况

5.3 卫星地磁观测

为解决地磁流动观测时间分辨力较低，观测人力成本高且复测周期长的问题，通过积极推进电磁卫星、航空地磁测量以及航海地磁测量在地震监测领域中的应用，观测我国地震重点监视防御区地磁场信息，与地面地磁观测相结合，更加有效捕捉目标区域的地震地磁异常信息。



5.4 主要指标

到 2030 年，基本建成空地一体化的中国地磁观测系统，获取我国地磁场及其时空变化过程的观测数据，为地球磁场时空变化监控、地下电性结构反演、震磁关系研究等提供数据。

5.4.1 覆盖度指标

通过构建基准网、基本网两级架构，有效提升地磁观测站的空间覆盖度，消除我国大陆地磁观测空白区。

中国地磁站网基准站和基本站分布情况如图 5.3 所示。

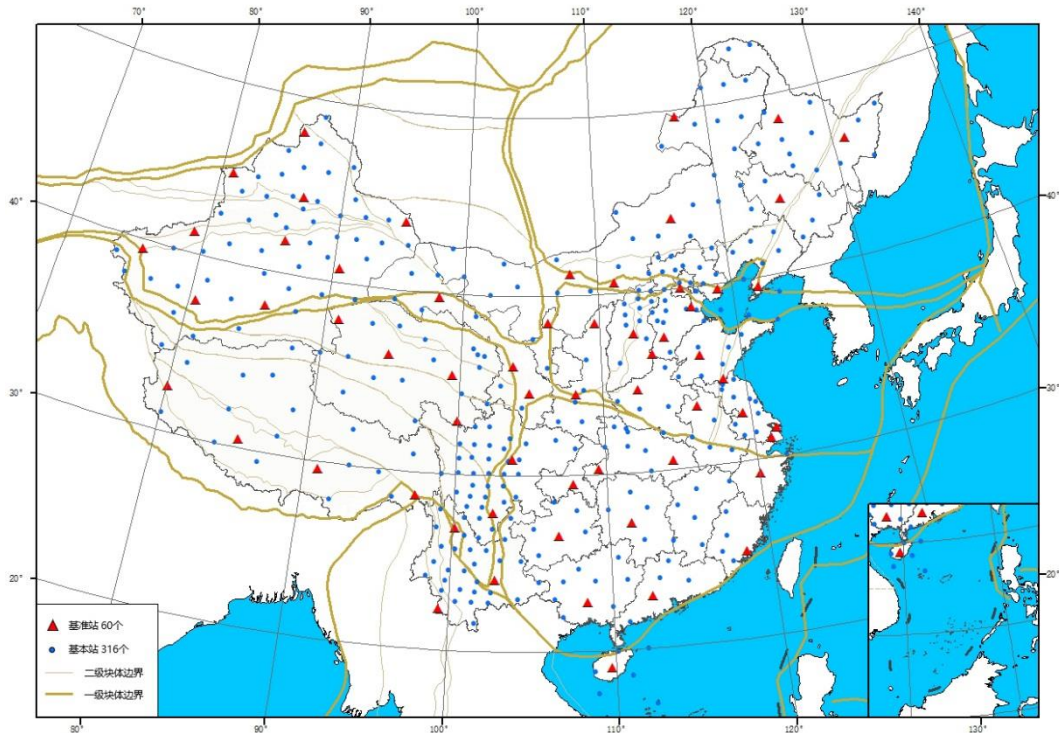


图 5.3 中国地磁站网规划布局（2020-2030 年）

表 5.1 中国地磁站网观测站覆盖度指标

观测站类型	2030 年	当前
基准站（60 个）	西藏、青海外，全国平均间距约为 600 千米，基本实现连续观测。	中西部地区及边境地区存在观测空白。
基本站（316 个）	大部分地区间距约 200 千米；重点监视防御区间距 50~100 千米。渤海和黄海近海布设海域基本站。	西部稀疏，重点监视区薄弱，无海洋观测。



5.4.2 精准度指标

实现中国地磁站网观测数据精准度指标一定程度提升。

表 5.2 中国地磁站网产出精准度指标

观测对象	2030 年	当前
主磁场	精度：优于 2nT	精度：优于 2nT
岩石圈磁场	精度：优于 5nT	精度：优于 5nT
变化磁场	精度：优于 0.5nT	精度：优于 1nT

5.4.3 时效性指标

中国地磁站网的数据产品主要包括：中国大陆主磁场分布、全国变化磁场分布。到 2030 年，地磁站网观测数据产品产出的时效性将显著提升。

表 5.3 中国地磁站网主要产品实效性指标

观测对象		产品名称	2030 年	当前
地磁场观测能力	主磁场	中国大陆主磁场分布	1 月	1 年
	变化磁场	全国变化磁场分布	1 秒或 1 分钟	1 日
	岩石圈磁场	重点监视区岩石圈磁场分布（结合流动磁测）	数月~1 年	数月~1 年
地震地磁异常信息获取能力	变化磁场异常	地磁日变异常	1 日	数月
	岩石圈磁场异常	重点监视区岩石圈磁异常（结合流动磁测）	数月~1 年	数月~1 年



第六章 规划实现路径

到 2030 年，在现有基础上，按照“两步走”的方式逐步实现中国地磁站网规划目标。

第一阶段：当前到 2025 年。基本建成基准网和基本网二级观测网，实现对我国大陆地磁主磁场及其长期变化特征的有效观测，在地震重点监视区实现地磁场实时加密观测，基本具备 6.0 级以上地震地磁异常信息的捕获能力。

(1) 基准站。依托“十四五”重大项目，将乌什、温泉、察隅、西盟、高邮等 5 个地磁基本站升级改造为基准站，在黑龙江、青海和新疆等地新建 10 个基准站，南京由原来的基准站改建为基本站，基准站总数达到 60 个，完成所有基准站建设任务，逐步实现全自动化连续观测。

(2) 基本站。依托“十四五”重大项目，在川滇地区和首都圈地区，新建 90 个基本站；新建 3 个海域基本站。

第二阶段：2026 年到 2030 年。基本构建成地基、空基、海基一体化地磁场观测体系，为地震监测预报、地震科学研究、国防建设和社会经济高质量发展提供高精度、高可靠性、高时空分辨力的数据产品。

新建 130 个基本站（包括 5 个海域基本站），完成所有基本站建设任务。同时，大力推进电磁卫星、航海磁测、航空磁测数据与陆地观测数据的有效融合与产出，全面实现地磁站网规划目标。

表 6.1 中国地磁站网规划实现途径

类别	观测站类型	当前	2025 年	2030 年
基准网	基准站	46 个	60 个	60 个
基本网	基本站	97 个	186 个	316 个