

中华人民共和国测绘行业标准化指导性技术文件

CH/Z XXXXX—XXXX

2000 国家大地坐标系转换成果质量
检查与验收

Specifications for quality inspection and acceptance of China Geodetic Coordinate
System 2000 transformation products

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 基本规定	2
6 检查内容与错漏分类	2
7 抽样	6
8 检验	6
9 质量评定	8
10 报告编制	10
11 资料整理	10
附录 A（规范性）数学精度检测中误差计算	11
附录 B（规范性）大地控制点坐标归算	12
参考文献	13

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出并归口。

本文件起草单位：国家测绘产品质量检验检测中心、自然资源部第一大地测量队、自然资源部测绘标准化研究所、中国测绘科学研究院。

本文件主要起草人：张训虎、张莉、章磊、刘晋虎、赵鑫、成英燕、周悌慧、刘站科、黄海英、彭凯笛、何川。

2000 国家大地坐标系转换成果质量检查与验收

1 范围

本文件规定了2000国家大地坐标系转换成果质量检查与验收的基本规定、检查内容、成果抽样、检验和质量评定等内容。

本文件适用于非2000国家大地坐标系空间信息数据向2000国家大地坐标系转换成果的质量检查与验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 35650	国家基本比例尺地图测绘基本技术规定
GB/T 18316	数字测绘成果质量检查与验收
GB/T 24356	测绘成果质量检查与验收
CH/T 1018	测绘成果质量监督抽查与数据认定规定
CH/T 2014	大地测量控制点坐标转换技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

坐标转换 coordinate transformation

采用适用的转换模型和转换参数，将空间信息数据成果从某一坐标系转换到另一坐标系。

3.2

坐标归算 coordinate reduction

根据板块运动速度计算测站的速度，并依据计算速度将站点坐标从某一历元归算到另一历元。

[来源：CH/T 2014-2016，2.1.2]

3.3

重合点 coincident point

同时具有不同坐标系坐标的大地测量控制点，可用于计算转换参数。

[来源：CH/T 2014-2016，2.1.4]

3.4

内符合精度 internal coincident precision

转换成果的坐标、高程与其最或然估值的接近程度。

3.5

外符合精度 external coincident accuracy

转换成果的坐标、高程与真实坐标、高程值或理论坐标、高程值等外部参考值的接近程度。

3.6

高精度检测 high accuracy test

数学精度检测中获取精度指标数据的技术要求高于成果生产的技术要求。

3.7

同精度检测 same accuracy test

数学精度检测中获取精度指标数据的技术要求与成果生产的技术要求相同。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ITRF 国际地球参考框架 (International Terrestrial Reference Frame)

CORS 连续运行基准站 (Continuously Operating Reference Station)

GNSS 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

IGS 国际导航卫星系统服务 (International Global Navigation Satellite System Service)

5 基本规定

5.1 本文件所涉及的成果类型包括大地测量控制点、空间信息数据等成果。

5.2 2000 国家大地坐标系转换成果通过两级检查一级验收的方式进行质量控制。

5.3 检查验收依据包括有关的法律法规、国家标准、行业标准、设计书、任务书、合同书和委托验收文件等。

5.4 转换成果质量应符合相应规范产品内容的要求。

5.5 检查验收中发现不符合技术标准、技术设计书或其他有关技术规定的成果时，应及时提出处理意见，交生产单位进行改正。当问题较多或性质较重时，可将部分或全部成果退回生产单位或部门重新处理，然后再进行验收。

5.6 经检验判为合格的批，生产单位或部门应对检验中发现的问题进行处理。经检验判为不合格的批，由生产单位或部门返工处理后，应重新抽样检验。

6 检查内容与错漏分类

6.1 大地测量控制点转换成果检查内容

参照GB/T 24356规定，大地测量控制点转换成果检查内容的质量元素、质量子元素及权划分见表1。

表1 大地测量控制点转换成果质量元素及权表

质量元素	权	质量子元素	权	检查项
成果正确性	0.70	数学精度	0.30	1.点位坐标中误差的符合性
		数学模型	0.30	1.采用基准的正确性 2.转换模型的正确性 3.转换参数的正确性
		计算质量	0.40	1.利用资料和数据源的符合性（外业观测数据取舍的合理性、正确性，起算数据的正确性，转换参数应用的正确性） 2.转换流程的正确性 3.相邻测区成果处理的合理性 4.各项计算的正确性 5.内符合精度的符合性 6.数据内容的符合性 7.计量单位、小数取舍的正确性
成果完整性	0.30	整饰质量	0.30	1.各种计算资料的规整性 2.成果资料的规整性
		资料完整性	0.70	1.上交成果资料的齐全性 2.成果表编辑或抄录的正确、全面性 3.精度统计资料的完整性 4.技术设计书主要内容的符合性 5.技术总结或计算说明内容的全面性

6.2 空间信息数据转换成果检查内容

参照GB/T 24356规定，空间信息数据转换成果检查内容的质量元素、质量子元素及权划分见表2。

表2 空间信息数据转换成果质量元素及权表

质量元素	权	质量子元素	权	检查项
成果正确性	0.70	数学精度	0.30	1.平面转换精度的符合性 2.高程转换精度的符合性 3.接边精度的符合性
		数学模型	0.30	1.空间参考系的正确性 2.转换模型的正确性 3.转换参数的正确性
		计算质量	0.40	1.转换参数应用的正确性 2.转换方法的正确性 3.转换流程的正确性 4.各项计算的正确性 5.转换前后数据内容、属性的一致性 6.计量单位、小数取舍的正确性

表 2（续）

质量元素	权	质量子元素	权	检查项
成果完整性	0.30	整饰质量	0.30	1.各种计算资料的规整性 2.成果资料的规整性 3.成果整饰的规整性、正确性
		资料完整性	0.70	1.上交成果资料的齐全性 2.转换成果的全面性 3.精度统计资料的完整性 4.技术设计书主要内容的符合性 5.技术总结或计算说明内容的全面性

6.3 权的调整原则

质量元素、质量子元素的权一般不作调整，当检验对象不是最终成果（一个或几个工序成果、某几项质量元素等情况时），按本文件所列相应权的比例调整质量元素的权，调整后的成果各质量元素权之和应为1.0。

6.4 大地测量控制点转换成果错漏分类

参照GB/T 24356错漏评定和扣分方法，大地测量控制点转换成果错漏分类见表3。

表3 大地测量控制点转换成果质量错漏分类表

质量子元素	A 类	B 类	C 类	D 类
数学精度	1.点位坐标中误差超限 2.其他严重的错漏	—	—	—
数学模型	1.采用基准错误 2.转换模型选用错误 3.转换参数错误 4.其他严重的错漏	—	—	—
计算质量	1.利用资料错误或数据源错误 2.采用的技术方法不符合要求 3.计算过程重要指标超限（重合点残差不满足要求；转换时内符合精度超限；控制点的选取不满足最低数量要求；数据处理时未将高一等级的 2000 国家大地坐标下国家或区域拥有的 GNSS 连续运行基准站纳入并一同处理；平差后基线重复性与点位精度超限；精度评估模型多时段基线重复性和多时段坐标重复性不符合要求；约束平差前后基线对比出现严重的变形） 4.转换参数使用范围错误 5.其他严重的错漏	1.资料选用不合理 2.约束平差前后基线对比，出现较严重的变形 3.对结果影响较小的计算错误 4.其他较重的错误	1.数字修约不规范 2.技术设计书内容不完备 3.其他一般的错漏	其他轻微的错漏

表 3（续）

质量子元素	A 类	B 类	C 类	D 类
整饰质量	1.成果资料文字、数字错漏较多，给成果使用造成严重影响 2.其他严重的错漏	1.成果资料重要文字、数字错漏 2.成果文档资料归类、装订不规整 3.成果表中点名错漏 4.其他较重的错漏	1.装订及编号错漏 2.成果资料次要文字、数字错漏 3.成果表中控制点精度等级或注记错漏 4.其他一般的错漏	其他轻微的错漏
资料完整性	1.缺主要成果资料 2.数据内容错误或不符合设计书要求 3.其他严重的错漏	1.成果附件资料缺失 2.计算说明较重错误 3.缺技术总结或检查报告 4.其他较重的错漏	1.无成果资料清单，或成果资料清单不完整 2.技术总结、检查报告内容不全 3.其他一般的错漏	其他轻微的错漏

6.5 空间信息数据转换成果错漏分类

参照GB/T 24356错漏评定和扣分方法，空间信息数据转换成果错漏分类见表4。

表4 空间信息数据转换成果质量错漏分类表

质量子元素	A 类	B 类	C 类	D 类
数学精度	1.平面中误差或粗差比例超限 2.高程中误差或粗差比例超限 3.整条边不接边或漏接边 4.其他严重的错漏	1.一条边超过 1/3 的要素（或范围）不接边 2.其他较重的错漏	—	—
数学模型	1.空间参考系错误 2.转换模型选用错误 3.转换参数不正确 4.其他严重的错漏	—	—	—
计算质量	1.转换参数或格网改正量使用范围错误 2.转换前后数据内容、属性的不一致 3.其他严重的错漏	1.转换流程不严谨 2.未按标准分幅 3.栅格数据的数据范围或分辨率错误 4.分幅 DLG 的内图廓或公里格网错误 5.其他较重的错漏	1.数字修约不规范 2.其他一般的错漏	其他轻微的错漏
整饰质量	1.成果资料文字、数字错漏较多，给成果使用造成严重影响 2.其他严重的错漏	1.成果资料重要文字、数字错漏 2.成果文档资料归类、装订不规整 3.成果表中点名错漏 4.其他较重的错漏	1.装订及编号错漏 2.成果资料次要文字、数字错漏 3.图幅注记错漏 4.其他一般的错漏	其他轻微的错漏

表 4（续）

质量子元素	A 类	B 类	C 类	D 类
资料完整性	1.缺主要成果资料 2.其他严重的错漏	1.成果附件资料缺失 2.计算说明较重错误 3.缺技术总结或检查报告 4.其他较重的错漏	1.无成果资料清单，或成果资料清单不完整 2.技术总结、检查报告内容不全 3.其他一般的错漏	其他轻微的错漏

7 抽样

7.1 抽取样本

7.1.1 大地测量控制点转换成果样本

大地测量控制点转换成果样本选取应符合下列规定：

- 大地测量控制点转换成果以“点”为单位成果；
- 大地测量控制点转换成果应采用全数检验，数学精度检测宜采用抽样检验方式；
- 大地测量控制点转换成果检验分批应顾及转换类型、成果分区；
- 采用坐标转换方式完成的大地测量控制点转换成果外符合精度检测点数量应大于求解转换模型参数必需的重合点数量，且均匀分布于转换区域的四周；
- 采用归算方式完成的大地测量控制点转换成果外符合精度检测点数量一般选取 20~50 个。

7.1.2 空间信息数据转换成果样本

空间信息数据转换成果样本选取应符合下列规定：

- 空间信息数据转换成果宜以“幅”为单位成果，也可以按区域或要素划分单位成果；
- 空间信息数据转换成果应采用抽样检验方式；
- 空间信息数据转换成果分批应顾及成果种类、比例尺、数据结构、转换模型或转换参数等情况；
- 数学精度检测宜采用分层抽样方法对不同批次数据分别选取检测点，检测点数一般选取 20~50 个，转换区域边缘或凸出部分应选取检测点。

7.2 样本资料

样本资料包括以下内容：

- 项目设计书、专业设计书及生产过程中的补充规定；
- 技术总结、工作总结、检查报告及检查记录等技术文档；
- 转换成果：转换参数成果、重合点坐标文件、转换说明文件、转换前/后成果及元数据；
- 联测成果：观测数据、数据处理报告、仪器检定证书或校准证书和检验资料复印件；
- 其他需要的文档资料。

8 检验

8.1 检验方式

转换成果质量应采用核查分析和数学精度检测相结合的方式进行检验。

8.2 核查分析

- 8.2.1 核查分析数学精度（接边精度）、数学模型、计算质量、整饰质量、资料完整性等的符合性。
- 8.2.2 核查分析数据内容是否完整并符合设计要求。

8.2.3 核查分析设计书依据、格式，审批认可情况。核查分析设计书是否包括资料收集与分析利用、技术路线及工艺流程、采用的标准、提交的成果及主要技术指标等内容。

8.2.4 核查分析利用的资料和数据源（数学模型的正确性、采用基准的正确性、原始资料采用的正确性、转换参数）与设计的符合情况。

8.2.5 核查分析生产过程中采用的技术方法与设计的符合情况。核查分析采用的基础标准和产品标准与现行的相关国家标准符合情况；有明确要求的作业方法遵循相关规定情况。

8.2.6 核查分析大地测量控制点转换成果的技术指标、内符合精度的正确性，计算资料、成果资料的规整性，成果资料的完整性；空间信息数据转换成果的技术指标的正确性，数据内容、数据格式、数据属性与原成果的一致性，计算资料、成果资料、成果整饰的规整性，成果资料的完整性。

8.2.7 核查分析使用的仪器设备检定或校准情况。

8.3 数学精度检测

8.3.1 大地测量控制点转换成果数学精度检测

8.3.1.1 按照坐标转换方式完成的控制点成果

按照坐标转换方式完成的大地测量控制点转换成果的数学精度检测应符合下列规定：

- a) 数学检测点应选择未参与转换参数计算的重合点，外符合精度计算应符合附录 A 的规定；
- b) 用转换参数计算转换坐标与已知坐标进行对比，进行数学精度检测；
- c) 若重合点数量不足，应与已知点联测，通过约束平差或按照坐标归算方式计算检测点在 2000 国家大地坐标系下坐标成果，进行数学精度检测；
- d) 数学精度检测指标按 CH/T 2014 执行。

8.3.1.2 按照坐标归算方式完成的控制点成果

按照归算方式完成的大地测量控制点转换成果的数学精度检测应符合下列规定：

- a) 数学精度检测应符合附录 B 的规定，通过历元归算、板块运动改正、框架转换，计算 2000 国家大地坐标系下坐标成果；
- b) 重新计算的坐标与样本成果的坐标进行对比，按同精度检测要求计算外符合精度；
- c) 数学精度检测指标按 CH/T 2014 执行。

8.3.2 空间信息数据转换成果数学精度检测

8.3.2.1 平面转换精度

空间信息数据转换成果的平面转换精度检测应符合下列规定：

- a) 平面转换精度检测主要针对数据成果（矢量数据、栅格数据）中的特征点线数据进行检测；
- b) 在转换前的成果中选取检测点，利用转换参数或控制点数据将检测点转换到 2000 国家大地坐标系，在 2000 国家大地坐标系转换成果中读取同名点坐标与转换坐标进行对比，按附录 A 同精度检测要求计算外符合精度；
- c) 也可以外业实地对 2000 国家大地坐标系转换成果进行平面位置中误差检测；
- d) 精度要求：按照方法 b) 进行精度检测时，转换精度应不低于技术设计要求或转换成果相应比例尺图上 0.1mm 对应的实地距离；按照方法 c) 进行精度检测时，转换成果精度应不低于技术设计要求或原成果平面精度。

8.3.2.2 高程转换精度

空间信息数据转换成果的高程转换精度检测应符合下列规定：

- a) 高程转换精度主要针对坐标系转换前的成果为规则格网的数字高程模型、数字地面模型数据进行检测。具有三维信息的特征点线数据转换成果的数学精度检测按照 8.3.2.1 进行；
- b) 在转换前的成果中选取格网点作为检测点，读取高程值；利用转换参数或控制点数据将检测点平面坐标转换到 2000 国家大地坐标系，在转换成果中采用双线性插值方式计算每个检测点的高程值；将转换前后同一位置的高程值进行对比，按附录 A 同精度检测要求计算外符合精度；
- c) 也可以外业实地对 2000 国家大地坐标系转换成果进行高程中误差检测；
- e) 精度要求：按照方法 b) 进行精度检测时，以坐标系转换对高程精度的影响间接评定转换精度，转换精度应不低于技术要求或转换前成果高程精度指标的 0.2 倍，且不得低于 GB 35650 中数字高程模型精度的 0.2 倍；按照方法 c) 进行精度检测时，转换成果精度应不低于技术要求或原成果高程精度。

9 质量评定

9.1 数学精度评分方法

数学精度质量得分采用符合判定的方式计算，当多项数学精度评分时，单项数学精度得分均为100分时，数学精度为100分；当出现单项数学精度得分为0分时，数学精度得分为0分。数据精度评分标准见表5。

表5 数学精度评分标准

数学精度值	质量分数
$M \leq M_0$	$S = 100$ 分
$M > M_0$	$S = 0$ 分
$M_0 = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$	
式中： M_0 ——允许中误差的绝对值； m_1 ——规范或相应技术文件要求的成果中误差； m_2 ——检测中误差（高精度检测时取 $m_2 = 0$ ）。	
注 1： M ——成果中误差的绝对值。 注 2： S ——质量分数（分数值根据数学精度的绝对值所在区间确定）。	

9.2 成果质量错漏扣分标准

成果质量错漏类型扣分标准按表 6 执行。

表6 成果错漏类型扣分标准

错漏类型	扣分值
A 类错漏	42
B 类错漏	12/t
C 类错漏	4/t
D 类错漏	1/t
注： t 为调整系数，一般情况下 t 取 1。	

9.3 质量元素评分方法

各质量子元素得分 S_1 根据成果错漏类型及扣分标准按式 (1) 计算。

$$S_1 = 100 - [a_1 \times (12/t) + a_2 \times (4/t) + a_3 \times (1/t)] \dots\dots\dots (1)$$

式中:

S_1 ——质量子元素得分值;

a_1 、 a_2 、 a_3 ——质量子元素中相应的 B 类错漏、C 类错漏、D 类错漏个数;

t ——调整系数。

9.4 质量元素评分方法

采用加权平均法计算质量元素得分。 S_2 的值按式 (2) 计算。

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (s_{1i} \times p_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

S_2 、 S_{1i} ——质量元素、相应质量子元素得分;

p_i ——相应质量子元素的权;

n ——质量元素中包含的质量子元素的个数。

9.5 样本质量评分

采用加权平均法计算样本质量得分。 S 的值按式 (3) 计算。

$$S = \sum_{i=1}^n (S_{2i} \times p_i) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

S 、 S_{2i} ——样本质量、质量元素得分;

p_i ——相应质量元素的权;

n ——样本中包含的质量元素的个数。

9.6 样本质量评定

9.6.1 样本质量等级

样本质量采用优、良、合格和不合格四级评定。

9.6.2 不合格评定条件

当样本出现以下情况之一时, 即评定为不合格。

- a) 样本中出现 A 类错漏;
- b) 数学精度检测, 任一项粗差比例超过 5%;
- c) 质量子元素得分小于 60 分;
- d) 使用的仪器设备未经检定或校准。

9.6.3 样本质量等级评定标准

根据样本质量得分，按表 7 评定样本质量等级。

表7 样本质量等级评定标准

质量等级	质量得分
优	$S \geq 90$ 分
良	$75 \text{ 分} \leq S < 90 \text{ 分}$
合格	$60 \text{ 分} \leq S < 75 \text{ 分}$
不合格	样本检验结果出现 9.6.2 的不合格评定条件

9.7 批质量判定

批成果质量采用批合格、批不合格两级评定。当样本中未出现不合格时，判定为批合格；否则判定为批不合格。

10 报告编制

10.1 检验报告应根据质量检验情况如实编制。

10.2 检验报告的内容、格式按 GB/T 18316 规定执行，监督检验报告的内容格式按照 CH/T 1018 的规定执行。

11 资料整理

质量检验的相关文件、样品及其附件资料、样品清单、检验原始记录、检测记录等质量检验过程留下的成果、记录均应进行档案管理。

附 录 A
(规范性)
数学精度检测中误差计算

A.1 高精度检测时，中误差按式 (A.1) 执行。

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

M—— 转换中误差；

n —— 检测点总数；

Δ_i —— 转换成果和检测成果较差。

A.2 同精度检测时，中误差按式 (A.2) 执行。

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{2n}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

M—— 转换中误差；

n —— 检测点总数；

Δ_i —— 转换成果和检测成果较差。

A.3 检测点数量少于 20 时，以误差的绝对值平均值代替中误差。

附 录 B
(规范性)
大地控制点坐标归算

B.1 基准控制点选取

选取我国周边稳定的IGS站、国内IGS站及国家级GNSS连续运行基准站(CORS)或省级GNSS连续运行基准站(CORS)至少10个作为高等级基准控制站。选取原则有:

- a) 连续性: 测站连续观测近3年(或以上);
- b) 稳定性: 站点坐标时序稳定性好, 具有已知的点位速度;
- c) 高精度: 点位速度值精度优于3mm/y;
- d) 多种解: 至少3个不同分析中心的速度值残差优于3mm/y;
- e) 平衡性: 站点尽量分布均匀, 且能覆盖拟转换控制点范围;
- f) 精度一致性: 站点位置和速度的精度应当一致;
- g) 基准控制站等级要不低于拟计算的控制点等级。

B.2 数据处理

对GNSS连续运行基准站观测数据进行处理与平差, 获得各站点在现ITRF框架、观测历元下的坐标。区域GNSS连续运行基准站作为框架基准时, 应将相邻区域的邻近GNSS连续运行基准站纳入该区域并与该区域GNSS连续运行基准站一同处理。

B.3 框架转换

B.3.1 转换步骤

GNSS连续运行基准站点获得的观测历元的坐标转换为2000国家大地坐标系的坐标成果, 需经历元归算、板块运动改正、坐标转换三个步骤。

- a) 历元归算。不同ITRF框架对应的历元不同, 需将不同ITRF框架下各参数归算到同一历元下。框架间如无直接转换关系, 可按间接方法转换;
- b) 板块运动改正。计算框架点坐标从观测历元到需转换历元期间, 由于板块运动引起的坐标变化值;
- c) 框架转换。利用布尔莎模型及a)确定的转换参数进行不同ITRF框架间坐标转换。

B.3.2 框架转换公式

框架转换公式应依据CH/T 2014执行。

参 考 文 献

- [1] GB/T 28584-2012 城市坐标系统建设规范
- [2] CH/T 9008.2-2010 基础地理信息数字成果1:500、1:1000、1:2000数字高程模型
- [3] CH/T 9009.2-2010 基础地理信息数字成果1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100000数字高程模型
- [4] 程鹏飞, 成英燕等.2000国家大地坐标系实用宝典[M], 北京, 测绘出版社, 2008.
- [5] 程鹏飞, 成英燕等.2000国家大地坐标系建立的理论与方法[M], 北京, 测绘出版社, 2014.
-