

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 1389—2024

代替 DB37/T 1389—2009

钢箱梁顶推施工技术规范

Technical specifications for incremental launching construction of steel box girders

2024 - 09 - 03 发布

2024 - 10 - 03 实施

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 总体要求 2

5 施工准备 2

6 顶推装备 4

7 顶推施工 7

8 施工监控 8

9 质量检验 9

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。

本文件代替DB37/T 1389—2009《钢箱梁顶推施工技术规范》，与DB37/T 1389—2009相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 将 2009 版的“施工准备”“临时结构”“结构设计与计算”合并为本文件“施工准备”（见第 5 章，2009 年版的第 3 章、第 4 章和第 6 章）；
- b) 将“顶推装置”更改为“顶推装备”（见第 6 章，2009 年版的第 5 章），更改了滑动装置相关技术要求（见 6.2，2009 年版的 5.2）；
- c) 增加钢箱梁拼装及顶推相关技术要求（见 7.3）；
- d) 更改了施工监控相关技术要求（见第 8 章，2009 年版的第 8 章）；
- e) 增加了质量检验相关技术要求（见第 9 章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

本文件的历次版本发布情况为：

- 2009 年首次发布为 DB37/T 1389—2009；
- 本次为第一次修订。

钢箱梁顶推施工技术规范

1 范围

本文件规定了钢箱梁顶推的总体要求、施工准备、顶推装备、顶推施工、施工监控及质量检验等内容。本文件适用于桥梁钢箱梁顶推施工。

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 50017 钢结构设计标准

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

JTG/T 3650-01 公路桥梁施工监控技术规程

JTG/T 3651 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.13.1

顶推 incremental launching

在桥头或者顶推平台上对梁体进行逐段拼装，并在梁体前端安装导梁，利用专用设备纵向顶推或牵引，使梁体到达各墩顶设计位置。

3.23.2

单点顶推 single-point incremental launching

将顶推装置集中设置在某一桥台或桥墩上，其余各墩只设置滑动支承将钢箱梁推进到位。

3.33.3

多点顶推 multiple-point incremental launching

在多个墩台上设置水平千斤顶，将顶推力作用到各个墩台上将钢箱梁推进到位。

3.43.4

连续顶推 continuous incremental launching

通过连续千斤顶的交替工作，利用自动工具锚夹紧牵引索牵引梁体前进的施工过程。

3.53.5

间断顶推 discontinuous-type incremental launching

以水平千斤顶的工作行程为一个顶推步距，分步推进的施工过程。

3.63.6

棘块式顶推 blocked incremental launching

在钢箱梁上安装齿槽，利用带斜面的齿块弹入齿槽内作为施力点，将顶推力作用到钢箱梁上推动梁体前进的施工过程。

3.73.7

履带式顶推 crawler incremental launching

通过千斤顶推动环形履带转动，带动梁体前进的施工过程。

3.83.8

导梁 guiding beam

连接到钢箱梁前端，用于改善顶推过程中钢箱梁的受力，减少弯矩；同时对钢箱梁进行导向的临时结构。

4 总体要求

- 4.1 应编制钢箱梁顶推专项施工方案，并应符合 JTG/T 3650 和 JTG F90 的规定。
- 4.2 钢箱梁顶推施工应进行主体结构和临时结构监控，并应符合 JTG/T 3650-01 的规定。
- 4.3 施工现场应做好环境保护与顶推作业安全。

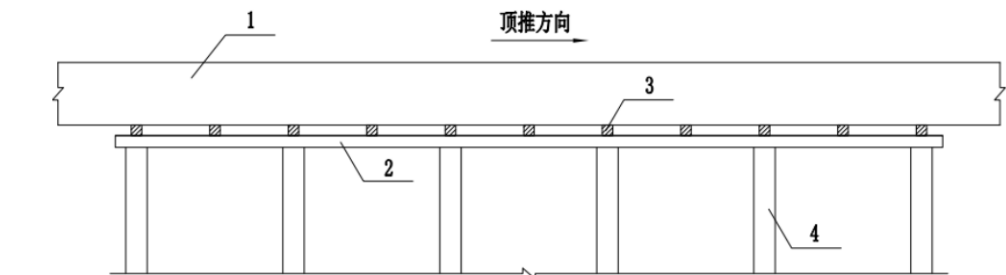
5 施工准备

5.1 一般规定

- 5.1.1 施工前的准备工作包括技术准备、资源准备和现场准备等。
- 5.1.2 临时结构应进行专项设计与验算，明确质量和安全的验收标准。

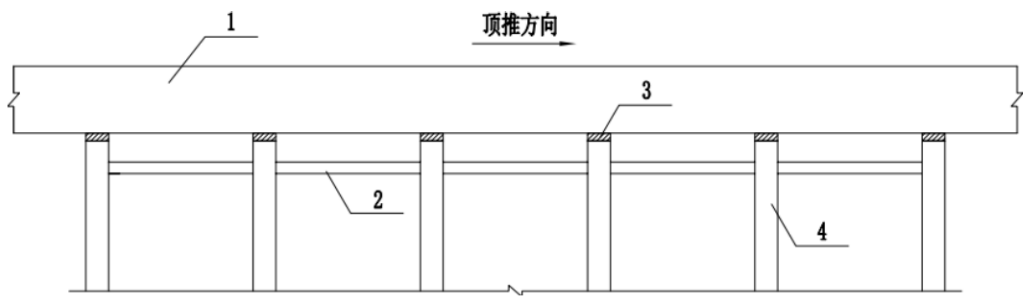
5.2 顶推平台

- 5.2.1 顶推平台可设置在桥位，也可设置在桥台后方的引道或引桥上，其长度、宽度应满足梁段拼装作业的需要。
- 5.2.2 顶推平台应沿桥轴线布置，除平面应满足钢箱梁曲线线形外，其顶面高程还应满足拼装竖曲线的线形要求。
- 5.2.3 顶推平台结构可采用梁式结构（见图 1）或柱式结构（见图 2），顶推平台立柱宜采用钢管柱或钢管混凝土柱。



标引序号说明： 1—
—钢箱梁；
2—滑道梁；
3—滑动装置；
4—顶推平台结构。

图1 梁式结构



标引序号说明： 1—
—钢箱梁；
2——联系梁；
3——滑动调节装置；
4——顶推平台结构。

图2 柱式结构

- 5.2.4 顶推平台基础可采用扩大基础或桩基础。根据地质和水文条件，选择合理的基础方案和防、排水措施，避免基础不均匀沉降。
- 5.2.5 顶推平台的长度不宜小于 3 个钢箱梁节段的长度，以满足钢箱梁节段拼装和顶推施工的需要。
- 5.2.6 顶推平台应具备纵坡调整的功能，应使待拼装钢箱梁节段能与顶推梁体尾端的转角顺接，保证钢箱梁梁体的线形与制造线形一致。
- 5.2.7 顶推平台顶应设置横向限位和导向装置，防止钢箱梁梁体在顶推过程中产生偏移。
- 5.2.8 顶推平台结构安装完毕后，应按照表 1 的规定对其轴线偏位、垂直度、顶面高程进行全面检查，符合要求后，方可进行下一道工序。

表1 顶推平台安装检查项目

项目	规定值或允许偏差	检验方法
轴线偏位 mm	≤ 10	全站仪
垂直度 mm	$\leq 1\%$ ，且 ≤ 20	全站仪或铅锤法
顶面高程 mm	-10	水准仪

5.3 临时墩

- 5.3.1 临时墩结构可采用刚性墩或柔性墩。
- 5.3.2 临时墩的数量和位置应按照顶推跨径的要求确定，临时墩应满足承载、梁体纵横向移动和高程调整的要求。在水中设置临时墩时，其基础应考虑水流的冲刷作用，以及可能出现的流冰、漂浮物等的撞击作用。
- 5.3.3 临时墩基础可采用扩大基础或桩基础。
- 5.3.4 临时墩墩柱宜采用钢管柱或钢管混凝土柱，也可利用既有永久桥墩。每个临时墩各墩柱之间均应做横向连接，满足刚度及稳定性要求。钢管柱宜在连接点处钢管内侧设置环向加劲肋，以满足局部受力要求。
- 5.3.5 应对位于通行道路、通航或流冰河道的临时墩进行防撞防护。

5.3.6 与顶推平台相邻的首跨临时墩间距宜为临时墩标准跨径的 0.3 倍~0.4 倍。

5.3.7 临时墩施工完成后,按照表 1 的规定进行检查验收。

5.4 导梁

5.4.1 导梁结构宜采用变截面钢桁架梁或钢板梁,且宜采用分段设计、分段连接。

5.4.2 导梁与钢箱梁之间宜采用焊接连接或高强螺栓连接。

5.4.3 导梁长度宜为顶推跨径的 0.6 倍~0.8 倍,导梁刚度宜为主梁刚度的 $1/9 \sim 1/15$,导梁与主梁梁体连接处的刚度应协调,连接强度应满足梁体顶推时的受力要求,导梁前端的最大挠度应不大于施工设计规定。

5.4.4 导梁全部节间的拼装应平整,其中线偏差不应大于 5 mm,纵、横向底面高程的允许偏差宜为 ± 5 mm。

5.4.5 在直线顶推时,导梁的拼装线形可与钢箱梁梁体的线形保持一致。在平曲线顶推时,导梁宜为直线,在与钢箱梁梁体的连接处设折角,并宜将导梁前端的中心落在桥梁设计线形的中线上,顶推施工时梁体宜沿设计线形前行。

6 顶推装备

6.1 一般规定

6.1.1 顶推装备包含滑动装置、导向装置、支承系统及动力与控制系统等组成部分,同一顶推项目宜选用同一型号的顶推装备进行施工。

6.1.2 顶推装备宜采用机电一体化设计的计算机自动控制系统。

6.1.3 除控制装置外,其余顶推装置均安装在各临时墩墩顶。

6.2 滑动装置

6.2.1 滑动装置由滑道与滑板等组成。滑道与滑板应符合下列规定:

- a) 所有滑道顶面标高严格控制,标高准确;
- b) 滑道定位准确,设置在钢箱梁纵隔板正下方;滑板的承压应力控制在设计范围内;
- c) 滑板表面光滑,采取润滑措施,以减小滑动摩阻力。

6.2.2 顶推滑道的长度应大于水平千斤顶行程加滑块的长度;相邻墩滑道顶面高程的允许偏差宜为 ± 2 mm,同墩两滑道高程的允许偏差宜为 ± 1 mm。滑动装置的摩擦系数宜经试验确定。

6.3 导向装置

6.3.1 导向装置宜采用可调节板或导向钢轮,具有足够的刚度,满足调节、预紧和纠偏需要。

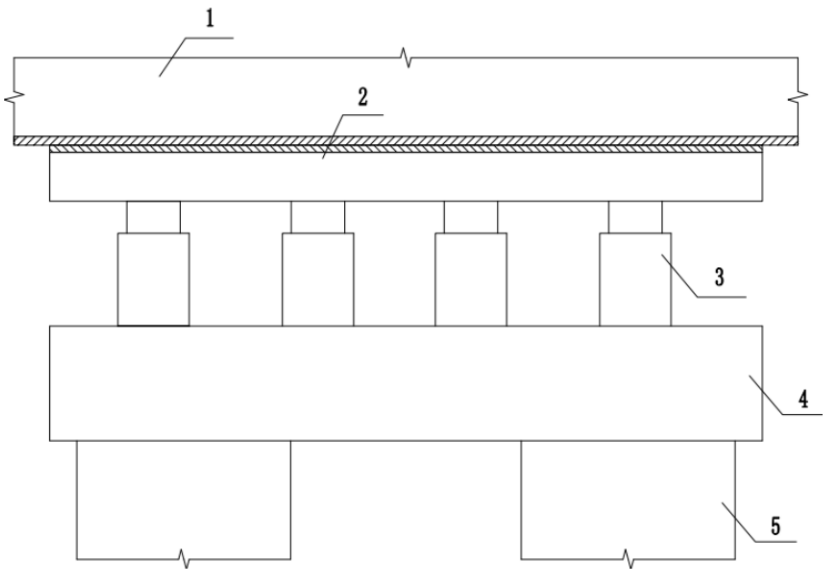
6.3.2 导向装置应根据顶推方式及钢箱梁结构形式进行选择。宜利用钢箱梁纵隔板底滑道板、检修车轨道、钢箱梁边腹板等构件进行导向。

6.3.3 对于有桥塔的斜拉桥或者悬索桥等,钢箱梁需通过桥塔时,宜在桥塔处增设横向限位。

6.3.4 导向装置应同时兼顾横向限位的需要。

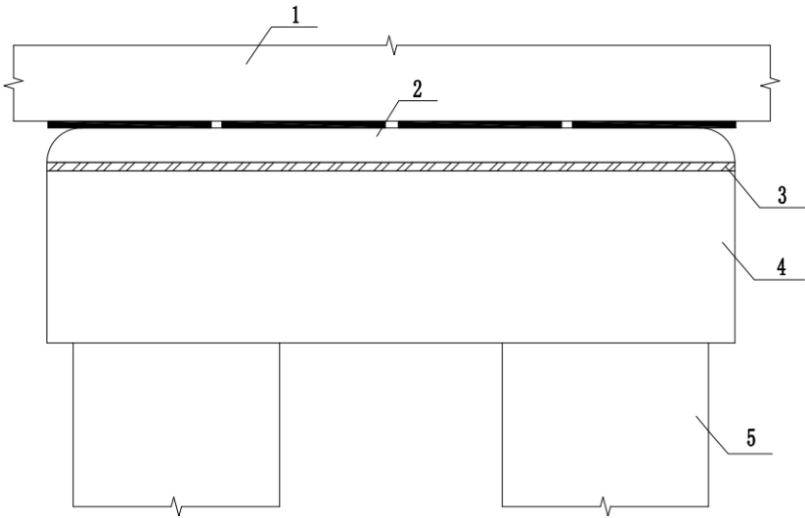
6.4 支承系统

6.4.1 支承系统可采用液压千斤顶支承(见图 3)或钢垫梁支承(见图 4)两种支承体系。在复杂结构、重要结构中宜选择液压千斤顶支承体系。



- 标引序号说明： 1—
—钢箱梁；
2——滑道梁（垫梁）；
3——液压千斤顶；
4——钢垫梁；
5——临时墩。

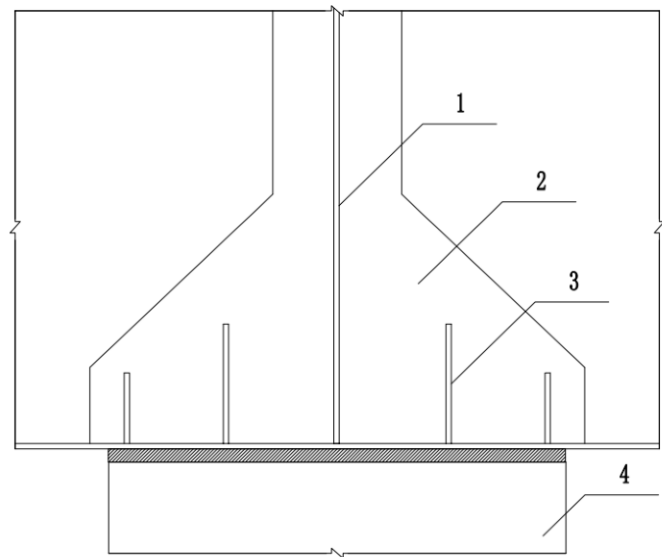
图3 液压千斤顶支承



- 标引序号说明： 1—
—钢箱梁；
2——滑道梁；
3——橡胶板；
4——钢垫梁；
5——临时墩。

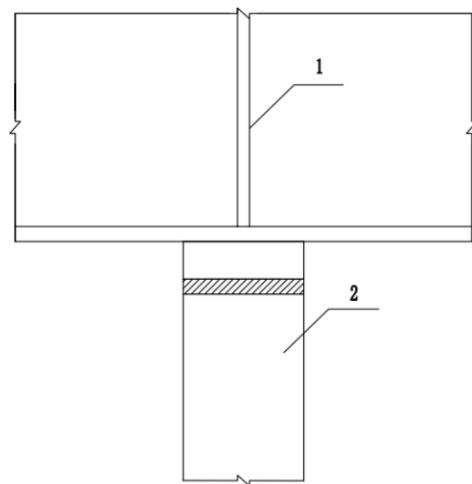
图4 钢垫梁支承

6.4.2 钢箱梁的支承形式可采用宽面支承（见图 5）和窄面支承（见图 6）两种形式。支承形式的选择应根据滑道所承受的最大支承反力、滑板及梁底肋板的承压能力确定。



标引序号说明： 1—
—钢箱梁纵隔板；
2——纵隔板加劲；
3——钢箱梁内加劲；
4——支撑系统。

图5 宽面支承



标引序号说明： 1—
—钢箱梁纵隔板；
2——支撑系统。

图6 窄面支承

6.5 动力与控制系统

6.5.1 动力系统需要符合下列规定：

- a) 顶推动力装置宜由千斤顶、液压泵站以及相关配套电气控制装置等共同组成；
- b) 顶推动力宜使用顶推千斤顶或自动连续千斤顶及其配套的液压泵站作为动力装置；
- c) 顶推总动力宜按不小于总梁重的 10% 控制，并应综合考虑纵坡的影响，千斤顶额定顶推力不应小于计算顶推力的 2 倍。

6.5.2 控制系统需要符合下列规定：

- a) 控制系统包括计算机控制和电气控制两部分；
- b) 对于复杂结构控制系统宜在每个墩上设分控制器，通过网络与主控制器连接，主控制器实现对整个系统的集中控制，宜包括顶升、顶推装置的控制，压力数据、位移数据的采集以及各种故障的报警；
- c) 对一般结构顶推控制系统可通过主控台集中控制泵站开关，各墩应分别设置压力上限进行控制，并应对单墩施加预紧力。

7 顶推施工

7.1 一般规定

7.1.1 应根据钢箱梁结构类型、梁体长度等因素，选择采用单点顶推、多点顶推，间断顶推、连续顶推等方式，顶推方式的选定宜符合下列规定：

- a) 顶推跨数较少、墩身刚度较大的桥梁选择单点顶推；
- b) 顶推跨数较多、墩身刚度较小的桥梁选择多点顶推；
- c) 结构复杂、规模较大的桥梁选择可精确同步控制顶推力和位移的多点间断顶推。

7.1.2 顶推装置可采用棘块式、履带式、步履式和拖拉式等顶推形式。

7.2 临时结构施工

7.2.1 临时结构施工应符合 JTG/T 3650 和 GB 50017 的相关规定。

7.2.2 在各墩顶安装滑动装置、控制装置和导向（横向限位）装置等顶推装置，调整高程使滑道顶面标高与施工控制标高相符。

7.2.3 应在顶推平台与临时墩处两侧均设置人行通道，并设置护栏，安装防护网，确保钢箱梁拼装和顶推时作业人员高空安全。

7.2.4 应在作业地段设置施工警示标识。

7.2.5 临时结构的安装与拆除应不影响通行及通航。

7.3 钢箱梁拼装及顶推

7.3.1 将梁段按照顺序吊装至拼装平台，调整钢箱梁高程、线形，并进行环缝焊接、检测，在钢箱梁前端安装导梁。

7.3.2 顶推施工前应对顶推设备如千斤顶、高压油泵、控制装置及梁段中线、各滑道顶的标高等进行检测，并做好顶推的各项准备工作。

7.3.3 正式顶推施工前，应先进行预顶调试，全面检验顶推系统的性能和可靠性，满足要求后方可按设定的顶推力和行程进行顶推作业。

7.3.4 多点顶推时，应对顶推千斤顶的同步性进行集中控制，确保各点的顶推千斤顶同步运行。

7.3.5 钢箱梁在平（竖）曲线上顶推时，顶推平台顶面应符合平（竖）曲线的设计线形要求。

7.3.6 顶推时应使梁体保持匀速前移，并应保证对称和各点同步。

7.3.7 顶推时竖向千斤顶均应采用有保险装置的千斤顶。如遇顶推故障，需要采用竖向千斤顶将钢箱梁顶高时，最大顶升高度不得超过设计规定，起顶的反力值不得超过设计规定。

- 7.3.8 对梁体进行最后一次顶推时，宜采用竖向千斤顶及横向千斤顶对梁体各点标高及桥轴线进行微调，使梁体能精确就位。
- 7.3.9 采用棘块式顶推时，滑板与钢箱梁之间采用螺栓进行连接，并作为顶推施力点；每个墩处的齿槽位置均应满足各墩顶推油缸行程同步的要求，各个墩上的顶推装置应安装在沿顶推步距整模数的位置上。
- 7.3.10 采用履带式顶推时，履带沿滑道环形布设，履带齿槽间距根据顶推油缸确定，并作为顶推施力点；滑道两侧宜设置横向纠偏装置。
- 7.3.11 采用步履顶推时，垫梁应有足够的长度和刚度，且应与梁体底部完全接触，保证梁体腹板受力均匀。顶推过程中竖向顶升和水平顶推各墩同步精度应控制在 5 mm 以内，同墩两侧的同步精度应控制在 4 mm 以内。
- 7.3.12 采用拖拉式施工时，拉杆的截面积和根数应满足拖拉力的要求，拉锚器的锚固和放松应方便、快速，设置在各墩顶的反力台应牢固且满足拖拉反力的要求。
- 7.3.13 钢箱梁施工质量应符合 JTG F80/1 的规定。
- 7.3.14 顶推过程中需要符合下列规定：
- 顶推过程中，宜对梁体的轴线位置、墩台的变形、主梁及导梁控制截面的挠度和应力变化等进行施工监测；发生异常情况时，应停止顶推，查明原因并进行处理后方可继续施工；
 - 纠偏宜在钢箱梁向前推进过程中进行，必要时可采用横向水平千斤顶纠偏。梁体轴线偏差宜控制在 10 mm 以内；
 - 顶推速度宜控制在 50 mm/min~150 mm/min；
 - 顶推过程中应加强滑板润滑措施，保证滑板完好平整，滑板磨损较大时应及时更换。

7.4 落梁

- 7.4.1 钢箱梁顶推到位，符合设计要求，将梁落到永久支座上时，应符合下列规定：
- 当顶推装置占用永久支座位置时，需拆除顶推装置进行体系转换。拆除时，各支点应均匀顶起，其顶力应按照设计支点反力大小进行控制，顶起时相邻墩各点的高差不大于 5 mm；
 - 当落梁时，应根据钢箱梁的受力情况，按设计规定的顺序和每次的下落量分步进行，同一墩台的千斤顶应同步进行；落梁反力的允许偏差为设计反力的 $\pm 10\%$ 。
- 7.4.2 支座的安装应符合 JTG/T 3650 的规定。

8 施工监控

- 8.1 在顶推施工前，应编制施工监控方案，保证钢箱梁、墩台在施工过程中始终处于安全可控范围内，使成桥后的线形和内力符合设计要求。
- 8.2 施工监控应贯穿顶推施工全过程，应以控制梁段轴线、高程为目标，控制精度应符合 JTG F80/1、JTG/T 3650、JTG/T 3651 和 JTG/T 3650-01 的规定。
- 8.3 在顶推施工时，应对下列部位或项目进行监控：
- 导梁挠度；
 - 梁段、导梁的横向位移；
 - 梁段关键截面以及应力集中点的应力；
 - 临时墩支承反力；
 - 临时墩竖向、纵向、横向位移；
 - 顶推力大小与同步性；
 - 落梁时永久支座反力；

h) 温度监测。

9 质量检验

- 9.1 顶推施工所用各种原材料均应符合国家或行业标准的规定，并应在进场时对其性能和质量进行检验。
 - 9.2 临时结构质量应符合 GB 50017、JTG/T 3650、JTG/T 3651 及 JTG F80/1 的规定。
 - 9.3 在顶推施工完成后，成桥质量检验应按照 JTG F80/1 执行。
-