(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2017 年 5 月 26 日 (26.05.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/084097 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/10 (2006.01) *H04L 12/26* (2006.01)
G08G 9/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/095189

(22) 国际申请日: 2015 年 11 月 20 日 (20.11.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: **深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: **赖镇洲 (LAI, Zhenzhou)**; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。 **陈超彬 (CHEN, Chaobin)**; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。 **闫光 (YAN, Guang)**; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: **深圳市深佳知识产权代理事务所（普通合伙） (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY)**; 中国广东省深圳市国贸大厦 15 楼西座 1521 室, Guangdong 518014 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) **Title**: UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROL METHOD AND RELATED DEVICE

(54) **发明名称** : 无人机的控制方法及相关装置

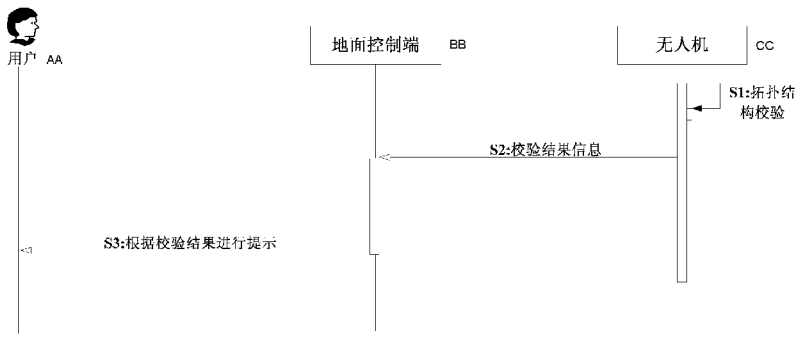


图 4

S1 Topological structure check
S2 Check result information
S3 Prompt according to the check result
AA User
BB Ground control site
CC Unmanned aerial vehicle

(57) **Abstract**: An unmanned aerial vehicle control method and a related device, used for increasing interaction friendliness of topology checks. An unmanned aerial vehicle comprises multiple functional modules, and the different functional modules are able to be connected to form different topological structures. The method comprises: check an actually-connected topological structure formed by the multiple functional modules (S501); the unmanned aerial vehicle feeds back the check result information to a ground control site (S502). In an embodiment, after a topological structure check, the unmanned aerial vehicle will feed back the check result information to the ground control site, and then the ground control site provides a prompt for a user by means of a user interface. In this way, a user is provided with an interaction channel to get to know about the topological structure checks, thereby improving interaction friendliness of topology checks.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2017/084097 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种无人机的控制方法及相关装置，用于提高拓扑校验的交互友好度。该无人机包括多个功能模块，不同的功能模块能够连接成不同的拓扑结构，该方法包括：对该多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验（S501）；该无人机将校验结果信息反馈给地面控制端（S502）。在实施例中，无人机在进行拓扑结构校验后，会向地面控制端反馈校验结果信息，地面控制端再通过用户界面对用户进行提示。这样，用户可以有交互渠道了解拓扑结构校验，从而提高了拓扑校验的交互友好度。

无人机的控制方法及相关装置

技术领域

本发明涉及通信技术领域，更具体地说，涉及无人机的控制方法及相关装置。

背景技术

为了提高无人机运行的安全性，可对拓无人机的拓扑结构进行校验。目前的拓扑结构校验方式单从技术角度进行拓扑结构校验的设计，缺少与用户间的交互，这导致了目前的拓扑校验交互方式不够友好。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例的目的在于提供无人机的控制方法及相关装置，以提高拓扑校验的交互友好度。

为实现上述目的，本发明实施例提供如下技术方案:

根据本发明实施例的第一方面，提供一种无人机的控制方法，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所述方法包括:

对所述多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验;

所述无人机将校验结果信息反馈给地面控制端。

结合第一方面，在第一种可能的实现方式中，所述校验包括初始校验和实时校验中的至少一种;

所述初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中实时进行的。

结合第一方面第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验包括一级校验；所述一级校验包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括一级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息。

结合第一方面第二种可能的实现方式，在第三种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时，所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息。

结合第一方面第二种可能的实现方式，在第四种可能的实现方式中，所述多个功能模块中的每一所述功能模块具有模块属性，所述模块属性至少包括模块 ID、用户 ID 和模块状态；所述模块状态至少包括连接状态和错误状态。

结合第一方面第四种可能的实现方式，在第五种可能的实现方式中，所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致至少包括：所述预设拓扑结构包含的任一功能模块，在所述实际连接的拓扑结构中也同样包含，所述任一功能模块的连接状态良好，以及，所述任一功能模块的错误状态为空。

结合第一方面第四种可能的实现方式，在第六种可能的实现方式中，所述实际连接的拓扑结构与所述预设扑结构不一致包括以下任意一种或任意组合：所述预设拓扑结构中包含的功能模块，在所述实际连接的拓扑结构中未包含；所述实际连接的拓扑结构中包含了所述预设拓扑结构未包含的功能模块；所述预设拓扑结构与所述实际连接的拓扑结构包含同一功能模块，但该功能模块的错误状态不为空。

结合第一方面第六种可能的实现方式，在第七种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息还包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第一方面第七种可能的实现方式，在第八种可能的实现方式中，所述一级校验失败的功能模块包括：在所述预设拓扑结构中包含、但在所述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块，在所述预设拓扑结构中不包含、但在所述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块，以及，错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

结合第一方面第一种可能的实现方式，在第九种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验包括：二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括二级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓

扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致时，所述二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

结合第一方面第二种可能的实现方式，在第十种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验还包括：在所述一级校验失败后，触发执行二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息还包括二级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致时，所述二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

结合第一方面第九种或第十种可能的实现方式，在第十一种可能的实现方式中，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第一方面第十一种可能的实现方式，在第十二种可能的实现方式中，所述二级校验失败的功能模块包括：在所述最小拓扑结构中包含、但在所述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块，在所述最小拓扑结构中不包含、但在所述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块，以及，错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

结合第一方面第十一种可能的实现方式，在第十三种可能的实现方式中，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，还包括：强制禁止进入运行状态；所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息。

结合第一方面第二或第九种可能的实现方式，在第十四可能的实现方式中，在进行所述初始结构校验之前，还包括：加载所述预设拓扑结构；为所述多个功能模块预置模块属性；所述模块属性至少包括功能模块 ID、用户 ID 和功能模块状态；所述功能模块状态至少包括连接状态和错误状态；生成实际连接的拓扑结构。

结合第一方面第十四种可能的实现方式，在第十五可能的实现方式中，所述生成实际连接的拓扑结构包括：通过数据流的检测，确定实际连接到飞行控制单元的各功能模块，以及，各功能模块的模块属性；根据所述功能模块状态确定实际连接的拓扑结构。

结合第一方面第二或第九种可能的实现方式，在第十六可能的实现方式中，所述实时校验还包括：实时监控各所述功能模块的功能模块状态，根据所述功能模块状态实时更新实际连接的拓扑结构。

结合第一方面第九或第二种可能的实现方式，在第十七可能的实现方式中，在所述实时校验中，在一级或二级校验失败时，还包括：采取应急处理措施；将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端。

结合第一方面第十七种可能的实现方式，在第十八可能的实现方式中，所述应急处理措施包括冗余功能模块切换；或者，所述应急处理措施包括紧急降落或返航。

结合第一方面第十八可能的实现方式，在第十九可能的实现方式中，在所述实时校验中，若一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态，还包括：将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端。

根据本发明实施例的第二方面，提供一种无人机，包括：

无人机通信装置，用于与地面控制端之间传递数据；以及

无人机处理器，用于与所述无人机的多个功能模块及所述无人机通信装置通信连接，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构；

其中，所述无人机处理器用于对所述多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验，并控制所述无人机通信装置将所述校验结果信息反馈给地面控制端。

结合第二方面，在第二方面第一种可能的实现方式中，所述校验包括初始校验和实时校验中的至少一种；所述初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中实时进行的。

结合第二方面第一种可能的实现方式，在第二方面第二种可能的实现方

式中，所述初始校验或实时校验包括一级校验；所述一级校验包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括一级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息。

结合第二方面第二种可能的实现方式，在第二方面第三种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时，所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息。

结合第二方面第二种可能的实现方式，在第二方面第四种可能的实现方式中，所述实际连接的拓扑结构中的每一所述功能模块具有模块属性，所述模块属性至少包括模块 ID、用户 ID 和模块状态；所述模块状态至少包括连接状态和错误状态。

结合第二方面第四种可能的实现方式，在第二方面第五种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息还包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第二方面第二种可能的实现方式，在第二方面第六种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验还包括：在所述一级校验失败后，触发执行二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息还包括二级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致时，所述二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

结合第二方面第一种可能的实现方式，在第二方面第七种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验包括：二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括二级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致

时，所述二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

结合第二方面第六或第七种可能的实现方式，在第二方面第八种可能的实现方式中，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第二方面第八种可能的实现方式，在第二方面第九种可能的实现方式中，所述无人机处理器还用于：在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，强制禁止进入运行状态；所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息。

结合第二方面第四或第七种可能的实现方式，在第二方面第十种可能的实现方式中，所述无人机处理器还用于：在进行所述初始结构校验之前，加载所述预设拓扑结构；为所述多个功能模块预置模块属性；所述模块属性至少包括功能模块 ID、用户 ID 和功能模块状态；所述功能模块状态至少包括连接状态和错误状态；生成实际连接的拓扑结构。

结合第二方面第六或第七种可能的实现方式，在第二方面第十一种可能的实现方式中，所述实时校验还包括：实时监控各所述功能模块的功能模块状态，根据所述功能模块状态实时更新实际连接的拓扑结构。

结合第二方面第六或第七种可能的实现方式，在第二方面第十二种可能的实现方式中，所述无人机处理器还用于：在所述实时校验中，在一级或二级校验失败时，采取应急处理措施；控制所述无人机通信装置将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端。

结合第二方面第六或第七种可能的实现方式，在第二方面第十三种可能的实现方式中，所述无人机处理器还用于：在所述实时校验中，若一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态，控制所述无人机通信装置将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端。

根据本发明实施例的第三方面，提供一种无人机的控制方法，包括：

地面控制端接收无人机反馈的拓扑结构校验结果信息；所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所述拓扑

结构校验信息是所述飞人机对多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验后得到的;

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示。

结合第三方面，在第三方面第一种可能的实现方式中，所述校验包括初始校验和实时校验中的至少一种；所述初始校验是在所述无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中进行的。

结合第三方面第一种可能的实现方式，在第三方面第二种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验包括一级校验，所述一级校验包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括一级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息；所述根据所述校验结果信息进行相应提示包括：当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验失败的信息时，提示一级校验失败。

结合第三方面第二种可能的实现方式，在第三方面第三种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时，所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息；所述根据所述校验结果信息进行相应提示包括：当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验成功的信息时，提示初始校验成功，可正常运行。

结合第三方面第二种可能的实现方式，在第三方面第四种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息还包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性；所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：提示一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第三方面第一或二种可能的实现方式，在第三方面第五种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验还包括在所述一级校验失败后、被触发执行的二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息还包括二级校验结果信息；所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级校验失败或成功的信息;或

者，所述初始校验或实时校验包括二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括二级校验结果信息；所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级校验失败或成功的信息。

结合第三方面第五种可能的实现方式，在第三方面第六种可能的实现方式中，所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验成功的信息时，提示用户选择检查故障或选择继续运行；当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验失败的信息时，提示二级校验失败。

结合第三方面第五种可能的实现方式，在第三方面第七种可能的实现方式中，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息；所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：提示禁止进入运行状态。

结合第三方面第五种可能的实现方式，在第三方面第八种可能的实现方式中，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性；所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：提示二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第三方面第五种可能的实现方式，在第三方面第九种可能的实现方式中，还包括：接收表征应急处理措施的信息；所述应急处理措施是所述无人机在进行实时校验过程中、一级或二级校验失败时采取的措施；根据所述表征应急处理措施的信息对用户进行相应提示。

结合第三方面第九种可能的实现方式，在第三方面第十种可能的实现方式中，所述应急处理措施包括冗余功能模块切换，所述相应提示包括：提示已进行冗余功能模块切换，以及，建议停止功能模块运行排除故障；或者，所述应急处理措施包括紧急降落或返航，所述相应提示包括提示遥控操作以保障所述无人机安全降落。

结合第三方面第五种可能的实现方式，在第三方面第十一种可能的实现

方式中，还包括：接收表征处于安全状态的信息；所述表征处于安全状态的信息是所述无人机在进行实时校验过程中，在一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态时反馈的；提示用户选择排队故障再进行正常运行，或强制运行，或强制禁止起飞。

根据本发明实施例的第四方面，提供一种地面控制端，用于控制无人机，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所述地面控制端包括：

提示装置，用于发出提示信息；

地面通信装置，用于与所述无人机之间传递数据；以及

地面端处理器，与所述提示装置、所述地面通信装置通信连接；

其中，所述地面端处理器控制所述地面通信装置接收所述无人机反馈的拓扑结构校验结果信息，并且根据所述校验结果信息控制所述提示装置进行相应提示。

结合第四方面，在第四方面第一种可能的实现方式中，所述地面控制端包括如下至少一种：手持通信装置、遥控器和无人机基站。

结合第四方面，在第四方面第二种可能的实现方式中，所述地面端处理器还用于，控制所述地面通信装置接收表征应急处理措施的信息；根据所述表征应急处理措施的信息控制所述提示装置对用户进行相应提示；所述应急处理措施是所述无人机在进行实时校验过程中、一级或二级校验失败时采取的措施。

结合第四方面，在第四方面第五种可能的实现方式中，所述地面端处理器还用于，控制所述地面通信装置接收表征处于安全状态的信息；所述表征处于安全状态的信息是所述无人机在进行实时校验过程中，在一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态时反馈的；控制所述提示装置提示用户选择排队故障再进行正常运行，或强制运行，或强制禁止起飞。

根据本发明实施例的第五方面，提供一种无人机的控制方法，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所

述方法包括:

无人机对所述多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验;

所述无人机将校验结果信息反馈给地面控制端;

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示。

结合第五方面，在第五方面第一种可能的实现方式中，所述拓扑结构校验包括初始校验和实时校验中的至少一种；所述初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中进行的。

结合第五方面，在第五方面第二种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验包括一级校验，所述一级校验包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括一级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息；所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示包括：当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验失败的信息时，所述地面控制端提示一级校验失败。

结合第五方面第二种可能的实现方式，在第五方面第三种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时，所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息；所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示包括：当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验成功的信息时，所述地面控制端提示初始校验成功，可正常运行。

结合第五方面第二种可能的实现方式，在第五方面第四种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息还包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性；所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：所述地面控制端提示一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第五方面第一或二种可能的实现方式，在第五方面第五种可能的实现方式中，所述初始校验或实时校验还包括在所述一级校验失败后、被触发执行的二级校验；所述二级校验包括：所述无人机校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息还包括二级

校验结果信息；所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级校验失败或成功的信息;或者，所述初始校验或实时校验包括二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括二级校验结果信息；所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级校验失败或成功的信息。

结合第五方面第五种可能的实现方式，在第五方面第六种可能的实现方式中，所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验成功的信息时，所述地面控制端提示用户选择检查故障或选择继续运行；当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验失败的信息时，所述地面控制端提示二级校验失败。

结合第五方面第五种可能的实现方式，在第五方面第七种可能的实现方式中，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息；所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：所述地面控制端提示禁止进入运行状态。

结合第五方面第五种可能的实现方式，在第五方面第八种可能的实现方式中，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性；所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：所述地面控制端提示二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第五方面第五种可能的实现方式，在第五方面第九种可能的实现方式中，在所述实时校验所包含的一级或二级校验失败时，还包括：所述无人机采取应急处理措施；所述无人机将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端；所述地面控制端根据所述表征应急处理措施的信息对用户进行相应提示。

结合第五方面第九种可能的实现方式，在第五方面第十种可能的实现方式中，所述应急处理措施包括冗余功能模块切换，所述相应提示包括：提示已进行冗余功能模块切换，以及，建议停止功能模块运行排除故障；或者，所述应急处理措施包括紧急降落或返航，所述相应提示包括提示遥控操作以

保障所述无人机安全降落。

结合第五方面第五种可能的实现方式，在第五方面第十一种可能的实现方式中，在所述实时校验中，若一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态，还包括：所述无人机将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端；所述地面控制端提示用户选择排队故障再进行正常运行，或强制运行，或强制禁止起飞。

根据本发明实施例的第六方面，提供一种无人机的控制方法，所述方法包括：

通过用户界面 UI 展现无人机的多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构；

通过所述 UI 接收用户输入的设置数据并向所述无人机发送所述设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构。

结合第六方面，在第六方面第一种可能的实现方式中，所述向所述无人机发送所述设置数据包括：在通过所述 UI 每选择一个所述功能模块后，同步向所述无人机发送设置数据；或者，在所述 UI 上构建所述预设拓扑结构之后，向所述无人机发送设置数据。

结合第六方面，在第六方面第二种可能的实现方式中，还包括：通过所述 UI 显示映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图连接或断开所述功能模块。

结合第六方面第二种可能的实现方式，在第六方面第三种可能的实现方式中，在展示所述映射关系图之前，还包括：接收所述映射关系图，所述映射关系图来自于所述无人机。

结合第六方面第二种可能的实现方式，在第六方面第四种可能的实现方式中，还包括：通过所述 UI 接收用户的连接完毕确认信息并反馈给所述无人机；接收校验结果信息，所述校验结果信息是所述无人机将实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构进行比对后得到的；根据所述校验结果信息通过用户界面 UI 进行相应的提示 。

结合第六方面第四种可能的实现方式，在第六方面第五种可能的实现方式中，还包括：接收所述无人机反馈的各功能模块的模块属性信息；在所述UI上刷新所述多个功能模块的模块属性信息。

结合第六方面第四种可能的实现方式，在第六方面第六种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息；所述根据所述校验结果信息通过用户界面UI进行相应的提示包括：当所述校验结果信息包括表征校验失败的信息时，提示校验失败；当所述校验结果信息包括表征校验成功的信息时，提示校验成功。

结合第六方面第六种可能的实现方式，在第六方面第七种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息还包括：校验失败的功能模块及相应的模块属性；所述根据所述校验结果信息通过UI进行相应的提示还包括：提示校验失败的功能模块及相应的模块属性。

结合第六方面，在第六方面第八种可能的实现方式中，所述展现所述多个功能模块包括：显示所述无人机支持的最大拓扑结构图；所述最大拓扑结构图包含未连接的功能模块，以及，预设拓扑结构；所述预设拓扑结构被突出呈现。

根据本发明实施例的第七方面，提供一种地面控制端，用于控制无人机，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构，所述地面控制端包括：

显示屏，设有用户界面（UI），通过所述UI能够接收用户输入的设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构；

地面通信装置，用于与所述无人机之间传递数据；以及

地面端处理器，与所述显示屏、所述地面通信装置通信连接；

其中，所述地面端处理器控制所述显示屏的UI展现所述多个功能模块，并且控制所述地面通信装置将用户输入的所述设置数据发送给所述无人机。

结合第七方面，在第七方面第一种可能的实现方式中，所述地面控制端包括如下至少一种：手持通信装置、遥控器和无人机基站。

结合第七方面，在第七方面第二种可能的实现方式中，在所述控制所述地面通信装置将用户输入的所述设置数据发送给所述无人机的方面，所述地面端处理器用于：在通过所述 UI 每选择一个所述功能模块后，控制所述地面通信装置同步向所述无人机发送被选择的功能模块的设置数据；或者，在所述 UI 上构建所述预设拓扑结构之后，控制所述地面通信装置向所述无人机发送设置数据。

结合第七方面，在第七方面第三种可能的实现方式中，所述地面端处理器还用于，控制所述显示屏的 UI 显示映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图连接或断开所述功能模块。

结合第七方面第三种可能的实现方式，在第七方面第四种可能的实现方式中，所述地面端处理器还用于，在展示所述映射关系图之前，控制所述地面通信装置接收所述映射关系图，所述映射关系图来自于所述无人机。

结合第七方面第三种可能的实现方式，在第七方面第五种可能的实现方式中，所述地面端处理器还用于，控制所述显示屏的 UI 接收用户的连接完毕确认信息并控制所述地面通信装置反馈给所述无人机；控制所述地面通信装置接收校验结果信息，所述校验结果信息是所述无人机将实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构进行比对后得到的；根据所述校验结果信息控制所述显示屏的 UI 进行相应的提示。

结合第七方面第五种可能的实现方式，在第七方面第六种可能的实现方式中，所述地面端处理器还用于，控制所述地面通信装置接收所述无人机反馈的各功能模块的模块属性信息；控制所述显示屏的 UI 刷新所述多个功能模块的模块属性信息。

结合第七方面第五种可能的实现方式，在第七方面第七种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息；在

所述根据所述校验结果信息进行相应的提示的方面，所述地面端处理器具体用于：当所述校验结果信息包括表征校验失败的信息时，控制所述显示屏的UI提示校验失败；当所述校验结果信息包括表征校验成功的信息时，控制所述显示屏的UI提示校验成功。

结合第七方面第七种可能的实现方式，在第七方面第八种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息还包括：校验失败的功能模块及相应的模块属性；在所述根据所述校验结果信息进行相应的提示的方面，所述地面端处理器还用于：控制所述显示屏的UI提示校验失败的功能模块及相应的模块属性。

根据本发明实施例的第八方面，提供一种无人机的控制方法，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构，所述方法包括：

接收用于设置预设拓扑结构的设置数据，所述设置数据来自于地面控制端；

根据所述设置数据重新设置所述无人机的预设拓扑结构。

结合第八方面，在第八方面第一种可能的实现方式中，在重新设置预设拓扑结构后，还包括：向地面控制端反馈各功能模块的模块属性信息。

结合第八方面，在第八方面第二种可能的实现方式中，在根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构之后，还包括：向地面控制端发送映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户ID与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图将所述功能模块连接至相映射的物理端口，或者，断开所述功能模块与物理端口之间的连接。

结合第八方面第一或第二种可能的实现方式，在第八方面第三种可能的实现方式中，还包括：接收连接完毕确认信息，所述连接完毕确认信息来自于所述地面控制端；校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致；返回校验结果信息。

结合第八方面第三种可能的实现方式，在第八方面第四种可能的实现方

式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息。

结合第八方面第四种可能的实现方式，在第八方面第五种可能的实现方式中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息还包括：校验失败的功能模块及相应的功能模块属性。

结合第八方面第五种可能的实现方式，在第八方面第六种可能的实现方式中，所述校验失败的功能模块包括：在所述预设拓扑结构中包含、但在所述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块，在所述预设拓扑结构中不包含、但在所述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块，以及，错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

结合第八方面，在第八方面第七种可能的实现方式中，所述预设拓扑结构以树形拓扑数据结构的方式存储。

根据本发明实施例的第九方面，提供一种无人机，所述无人机包括：

无人机通信装置，用于与地面控制端之间传递数据；以及

无人机处理器，与所述无人机的多个功能模块及所述无人机通信装置通信连接，并且不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构；

其中，所述无人机通信装置接收来自于所述地面控制端的设置数据，所述无人机处理器根据所述设置数据重新设置所述多个功能模块的预设拓扑结构。

结合第九方面，在第九方面第一种可能的实现方式中，所述无人机处理器还用于，在重新设置预设拓扑结构后，控制所述无人机通信装置向地面控制端反馈各功能模块的模块属性信息。

结合第九方面，在第九方面第二种可能的实现方式中，所述无人机处理器还用于，在根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构之后，控制所述无人机通信装置向地面控制端发送映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图将所述功能模块连接至相映射的物理

端口，或者，断开所述功能模块与物理端口之间的连接。

结合第九方面第一或第二种可能的实现方式，在第九方面第三种可能的实现方式中，所述无人机处理器还用于：控制所述无人机通信装置接收连接完毕确认信息，所述连接完毕确认信息来自于所述地面控制端；校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致；控制所述无人机通信装置返回校验结果信息。

根据本发明实施例的第十方面，提供一种无人机的控制方法，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构，所述方法包括:

地面控制端展现所述多个功能模块;

地面控制端通过所述UI接收用户输入的设置数据并向所述无人机发送所述设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构;

无人机根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构并存储。

结合第十方面，在第十方面第一种可能的实现方式中，还包括:

地面控制端通过所述UI显示映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中功能模块的用户ID与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图将硬件功能模块连接至相映射的物理端口，或者，断开硬件功能模块与物理端口之间的连接。

结合第十方面第一种可能的实现方式，在第十方面第二种可能的实现方式中，还包括：地面控制端通过所述UI接收用户的连接完毕确认信息，并反馈给所述无人机；所述无人机校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致，并返回校验结果信息；地面控制端接收校验结果信息，并根据所述校验结果信息进行相应的提示。

可见，在本发明实施例中，无人机在进行拓扑结构校验后，会向地面控制端反馈校验结果信息，地面控制端再通过用户界面对用户进行提示。这样，用户可以有交互渠道了解拓扑结构校验，从而提高了拓扑校验的交互友好度。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1、12 为本发明实施例提供的无人机与地面控制端之间的通信场景;

图 2 为本发明实施例提供的无人机或地面控制端示例性的通用结构图;

图 3a 和图 3b 为本发明实施例提供的拓扑结构示意图;

图 4、7a、7b、7d、8a、8c、8d、8e、9a、9b、13、17、18 为本发明实施例提供的交互流程示例图;

图 5、6、15、16 为本发明实施例提供的控制方法流程示例图;

图 7d 为本发明实施例提供的实物映射图;

图 8b 为本发明实施例提供的二级校验成功时的 UI 示意图;

图 10、20 为本发明实施例提供的无人机的示例性结构;

图 11、19 为本发明实施例提供的地面控制端的示例性结构;

图 14 为本发明实施例提供的最大拓扑结构示例图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

无人机主要通过地面控制端进行控制。图 1 给出了无人机与地面控制端之间的通信场景：无人机下行可发送数据（例如传感数据）至地面端，地面端上行也可发送数据（例如控制方面的数据）至无人机。

上述地面控制端或无人机，其通用结构如图 2 所示，包括至少一个处理器 201，例如 CPU/FMU，至少一个网络接口 204 或者其他用户接口 203，存储器 205，至少一个通信总线 202。通信总线 202 用于实现这些组件之间的连

接通信。地面控制端或无人机可选的包含用户接口 203，键盘或者点击设备，例如，轨迹球（trackball）等。在本发明实施例中，处理器 201 通过调用存储器 205 存储的应用程序 2051 或指令，执行控制方法各步骤。

其中，地面控制端可为遥控器、支持对无人机进行控制的手持通信设备（例如手机、ipad）、PC 机、无人机基站等。手持通信设备/PC 机也可与遥控器相连接，共同组成地面控制端。

无人机包含多个功能模块，功能模块可为硬件模块（硬件设备）或软件模块。例如，硬件模块可包含螺旋桨、马达、飞行处理器、数据采集装置（各种传感器、GPS、罗盘等）。无人机对外提供物理端口，硬件设备，尤其是数据采集装置可通过物理端口安装在无人机上。

软件模块可包含硬件设备的驱动、系统等。

不同的上述功能模块能够连接成不同的拓扑结构。图 3a 和图 3b 示出了简单的拓扑结构示例: 飞行处理器 1(FMU1)可以与两个 GPS(GPS1 和 GPS2)组成拓扑结构，也可以仅与 GPS1 组成拓扑结构; 飞行处理器 2（FMU2）可以仅与 GPS3 组合拓扑结构，也可以与两个 GPS（GPS2 和 GPS3）组成拓扑结构。

此外，上述功能模块能够组合冗余系统，例如，图 3a 中，FMU1 与 GPS1、GPS2 组成的拓扑结构，为简单的冗余系统: GPS1、GPS2 之间可进行冗余切换。

当然，上述功能模块也可组合成非冗余系统（单控系统），例如，虽然有 FMU1 和 FMU2 两个飞行处理器，但只使用 FMU1，虽然有三个 GPS（GPS1~GPS3），但仅使用 GPS1 与 FMU1 组成系统。则 FMU1 与 GPS1 组成的系统就是非冗余系统。

图 4 示出了本发明实施例所提供的无人机控制方法的一种示例性交互流程，其可包括:

S1、无人机对多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验进行拓扑结构校验;

S2、无人机将校验结果信息反馈给地面控制端;

S3、地面控制端根据上述校验结果信息进行相应提示。

更具体的，地面控制端可通过提示装置，例如显示屏的用户界面（UI）进行相应提示。

与之相应的，请参见图 5，由无人机所执行控制方法可至少包括如下步骤：

S501、对多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验；

S502、将校验结果信息反馈给地面控制端。

相应的，请参见图 6，由地面控制端所执行控制方法可至少包括如下步骤：

S601、接收无人机反馈的拓扑结构校验结果信息；

上述拓扑结构校验信息是飞人机对多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验后得到的；

S602、根据上述校验结果信息进行相应提示。

可见，在本发明实施例中，无人机在进行拓扑结构校验后，会向地面控制端反馈校验结果信息，地面控制端再通过用户界面对用户进行提示。这样，用户可以有交互渠道了解拓扑结构校验，从而提高了拓扑校验的交互友好度。

在本发明其他实施例中，上述校验可包括初始校验和实时校验中的至少一种。例如，可仅包括初始校验，也可仅包括实时校验，也可包括初始校验和实时校验。

其中，初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，而实时校验是在上述无人机的运行过程中实时进行的。也即，一般情况下，初始校验要先于实时校验执行。

下面将介绍初级校验。

请参见图 7a 或图 7b，初始校验可进一步包括一级校验（S11），相应的，前述的校验结果信息可包括一级校验结果信息。

由无人机执行的一级校验可具体包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致。

预设拓扑结构可为由用户预先设置的拓扑结构，也可为无人机出厂时自

带的默认拓扑结构。

无人机在执行一级校验时，可反馈给地面控制端表征“正在进行一级校验”的信息。地面控制端收到后将提示用户“正在进行一级校验”。

当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构不一致时，一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息。

而当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构相一致时，一级校验结果信息可包括表征一级校验成功的信息。

更具体的，可使用数字 0 或其他数字/字符来表征一级校验失败，用数字 1 或其他数字/字符来表征一级校验成功。

当一级校验结果信息包括表征一级校验失败的信息时，请参见图 7a，地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）可相应包括:

S31: 提示一级校验失败。

具体可提示“实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构不一致”。

而当一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息时，请参见图 7b，地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）可相应包括:

S32: 提示初始校验成功，可正常运行。

下面将介绍如何确定实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致:

首先介绍功能模块的模块属性。每一功能模块都会有相应的模块属性。

模块属性至少包括功能模块 ID、用户 ID 和模块状态。其中，用户 ID 是由用户设置的，以便于用户对模块进行识别。本文后续将在拓扑结构设置部分进行介绍。

上述模块状态至少包括连接状态和错误状态。其中:

连接状态包括“已连接”和“未连接”两种连接类型。对于硬件模块，连接状态用于表示硬件设备是否连接至无人机。对于软件模块，连接状态可用于表征该软件模块的功能是否启用，例如，禁用某软件模块的功能，则其连接状态为“未连接”。

错误状态如果为空，则表明模块无错误（没有发生通信、链路或硬件上的错误）。错误状态如果不为空，其内容可包括错误类型（例如误差大、数据

不更新、无法工作等），表明模块出现何种故障。

模块状态还可包括忙碌状态。

忙碌状态包括“忙碌”和“不忙碌”两种类型。正处于工作的模块，会被标为忙碌。例如，两个 GPS 模块接入无人机，其中 GPS1 工作，GPS2 作为其备份，则 GPS1 在 UI 上将会显示为忙碌，GPS2 在 UI 上将显示为“不忙碌”。当然，也可不显示 GPS2 的忙碌状态，不显示忙碌状态的模块默认为不忙碌。

基于模块属性，实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构相一致至少包括如下内容:

1），预设拓扑结构包含的任一功能模块，在上述实际连接的拓扑结构中也同样包含;

例如，在预设拓扑结构中包含 GPS1，在实际连接的拓扑结构中也包含 GPS1。

2），任一功能模块的连接状态良好;

所谓的连接状态良好，指的是连接状态为“已连接”。

3），上述任一功能模块的错误状态为空。

此外，实际连接的拓扑结构与上述预设扑结构一致还可包括：预设拓扑结构中任一功能模块与其他功能模块的连接关系，与实际连接的拓扑结构中该功能模块与其他功能模块的连接关系相同。

例如，在预设拓扑结构中，GPS1 与 FMU1 连接，在实际连接的拓扑结构中，GPS1 也是与 FMU1 连接的。

而“实际连接的拓扑结构与上述预设扑结构不一致”的情况则可包括以下任意一种或任意组合:

1），预设拓扑结构中包含的功能模块，在实际连接的拓扑结构中未包含;

例如，预设拓扑结构中包含 GPS1，而实际连接的拓扑结构中不包含 GPS1，则二者不一致。

2），实际连接的拓扑结构中包含了上述预设拓扑结构未包含的功能模块;

例如，预设拓扑结构中不包含 GPS1，而实际连接的拓扑结构中包含 GPS1，则二者不一致。

3），预设拓扑结构与上述实际连接的拓扑结构包含同一功能模块，但该功能模块的错误状态不为空。

例如，预设拓扑结构和实际连接的拓扑结构均包含 GPS1，但 GPS1 的错误状态不为空，则二者不一致。

此外，实际连接的拓扑结构与上述预设扑结构不一致还可包括：预设拓扑结构中任一功能模块与其他功能模块的连接关系，与实际连接的拓扑结构中该功能模块与其他功能模块的连接关系不同。

例如，在预设拓扑结构中，GPS1 与 FMU1 连接，但在实际连接的拓扑结构中，GPS1 与 FMU2 连接，则确定实际连接的拓扑结构与上述预设扑结构不一致。

在本发明其他实施例中，当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构不一致时，上述所有实施例中的一级校验结果信息还可包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

也即，除表征一级校验失败的信息外，无人机还会反馈包含一级校验失败的功能模块及相应的模块属性的信息。

其中，一级校验失败的功能模块可包括以下的至少一种：

1），在上述预设拓扑结构中包含、但在上述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块；

例如，预设拓扑结构中包含 GPS1，而实际连接的拓扑结构中不包含 GPS1，则 GPS1 为一级校验失败的功能模块。

2），在上述预设拓扑结构中不包含、但在上述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块；

例如，预设拓扑结构中不包含 GPS2，而实际连接的拓扑结构中包含 GPS2，则 GPS2 为一级校验失败的功能模块。

3），错误状态不为空的功能模块。

例如 GPS3 的错误状态不为空，则 GPS3 为一级校验失败的功能模块。

此外，一级校验失败的功能模块还可包括：在实际连接的拓扑结构中与其他功能模块的连接关系，跟在预设拓扑结构中与其他功能模块的连接关系

不一样的功能模块。

例如，在预设拓扑结构中，GPS1 应与 FMU1 连接，但在实际连接的拓扑结构中，GPS1 与 FMU2 连接，则确定 GPS1 是一级校验失败的功能模块。

相应的，请参见图 7c，地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）还可相应包括:

S33、提示一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

对于一级校验失败的功能模块（乃至后续提及的二级校验失败的功能模块），可采用不同的颜色或参数显示功能模块的错误类型及连接状态。

例如，红叉表示未连接，绿对勾表示已连接等等。

更具体的，地面控制端可显示一级校验失败的功能模块的映射关系图，以便于用户按照所述映射关系图对一级校验失败的功能模块进行定位。

映射关系图用于表征功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系。

所有功能模块的用户 ID 与物理端口之间的映射关系图可存储于无人机中，也可存储于地面控制端。

举例来讲，假定预设拓扑结构中，GPS1 和 GPS2（GPS1 和 GPS2 均为用户 ID）均连接至 FMU1：GPS1 连接物理端口 1，GPS2 连接物理端口 2。

而在实际连接的拓扑结构中，GPS2 并未连接至 FMU1，则可提示 GPS2 与物理端口 2 之间的映射关系图。

地面控制端在 UI 上可采用表格、树形数据结构等方式显示映射关系图，也可以采用实物方式显示映射关系图。例如，请参见图 7d，可直接显示无人机的实物图，标示出物理端口 2，提示用户插入 GPS2。

对于软件类的功能模块，地面控制端可提示用户选择启用或禁用该功能模块。

在本实施例中，可通过简单直观的方式通知用户对故障进行排除，用户可以直观看到一级校验失败的模块属性，提高了模块故障的处理效率。

在本发明其他实施例中，请参见图 8a，上述初始校验还可包括如下步骤:

无人机在一级校验失败后，触发执行二级校验（S12）;

其中，二级校验包括：校验上述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致。

最小拓扑结构是无人机起飞所需的配置。

无人机在执行二级校验时，可反馈给地面控制端表征“正在进行二级校验”的信息。地面控制端收到后将提示用户“正在进行二级校验”。具体可提示“正在进行最小拓扑校验”。

相应的，前述的校验结果信息还可包括二级校验结果信息。

更具体的，当实际连接的拓扑结构与上述最小冗余系统拓扑结构不一致时，二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；而当实际连接的拓扑结构与上述最小冗余系统拓扑结构相一致时，二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

进一步的，可使用数字 0 或其他数字/字符来表征二级校验失败，用数字 1 或其他数字/字符来表征二级校验成功。

与之相对应的，地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）还包括：

S34：当二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息时，提示用户选择检查故障或选择继续运行。

此外，当二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息，地面控制端还可提醒用户可以正常运行，但推荐进行故障排除后重启。

二级校验成功时，可如图 8b 进行呈现。

S35：当二级校验结果信息包括表征二级校验失败的信息时，提示二级校验失败(图 8c)。

在本发明其他实施例中，在上述实际连接的拓扑结构与最小拓扑结构不一致时，上述所有实施例中的二级校验结果信息还可包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

而相应的，参见图 8d，地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）还可包括：

S36：提示二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

更具体的，地面控制端可显示二级校验失败的功能模块的映射关系图，以便于用户按照所述映射关系图对二级校验失败的功能模块进行定位。

此外，地面控制端还可提醒用户进行故障排除后重启。

更具体的，上述二级校验失败的功能模块可包括：在最小拓扑结构中包含、但在上述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块，在最小拓扑结构中不包含、但在上述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块，以及，错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

确定实际连接的拓扑结构与最小拓扑结构是否一致的方式，与确定实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致的方式相类似。

其中，实际连接的拓扑结构与最小拓扑结构相一致至少包括如下内容：

1），最小拓扑结构包含的任一功能模块，在上述实际连接的拓扑结构中也同样包含；

2），任一功能模块的连接状态良好；

3），上述任一功能模块的错误状态为空。

此外，实际连接的拓扑结构与最小拓扑结构一致还可包括：最小拓扑结构中任一功能模块与其他功能模块的连接关系，与实际连接的拓扑结构中该功能模块与其他功能模块的连接关系相同。

而“实际连接的拓扑结构与最小扑结构不一致”的情况则可包括以下任意一种或任意组合：

1），最小拓扑结构中包含的功能模块，在实际连接的拓扑结构中未包含；

2），实际连接的拓扑结构中包含了最小拓扑结构未包含的功能模块；

3），最小拓扑结构与上述实际连接的拓扑结构包含同一功能模块，但该功能模块的错误状态不为空。

此外，实际连接的拓扑结构与最小扑结构不一致还可包括：最小拓扑结构中任一功能模块与其他功能模块的连接关系，与实际连接的拓扑结构中该功能模块与其他功能模块的连接关系不同。

具体详情请参见本文前述介绍，在此不作赘述。

由于最小拓扑结构是无人机起飞所需的配置，在本发明其他实施例中，

请参见图 8e，在上述实际连接的拓扑结构与上述最小拓扑结构不一致时，上述所有实施例中的无人机还可执行如下操作：强制禁止进入运行状态。

则二级校验结果信息还可包括表征禁止进入运行状态的信息。

而地面控制端根据校验结果信息进行相应提示还可相应包括：

提示禁止进入运行状态。

在本发明其他实施例中，在进行上述初始结构校验之前，上述所有实施例中的控制方法还可包括：

A：无人机加载预设拓扑结构，同时，为上述多个功能模块预置模块属性。

模块属性请参见本文前述介绍，在此不作赘述。

预设拓扑结构可保存在系统的 eeprom 中。系统启动后，会加载 eeprom 中存储的预设拓扑结构，使用树形的拓扑数据结构对其进行存储。

B：生成实际连接的拓扑结构。

其中，生成实际连接的拓扑结构可具体包括：

1），通过数据流的检测，确定实际连接到飞行控制单元（无人机处理器）的各功能模块，以及，各功能模块的模块属性；

2），根据模块状态确定实际连接的拓扑结构。

下面将介绍实时校验。

实时校验与前述的初始校验相类似，本文后续将着重介绍二者不相同之处。

无人机在运行过程中，由于系统内部原因，如系统硬件故障等，可能会导致实际连接的拓扑结构中的功能模块（特别是硬件功能模块）的连接状态、错误状态发生改变。此外，由于外界原因，如撞击、人为故意或非故意破坏等，也可能导致实际连接的拓扑结构中的功能模块的连接状态、错误状态发生改变。

因此，与初始校验不同的是，实时校验除包括一级校验（或一级校验+二级校验）外，还包括：

实时监控各功能模块的模块状态，根据模块状态实时更新实际连接的拓

扑结构。

在本发明其他实施例中，上述实时校验还可包括:

向地面控制端推送实时更新的、实际连接的拓扑结构，以及各功能模块的模块状态。

与前述的初始校验相类似，实时校验包括的一级校验用于校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致。

相应的，前述的校验结果信息可包括一级校验结果信息。

当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构不一致时，上述一级校验结果信息至少可包括表征一级校验失败的信息。

则地面控制端根据校验结果信息进行相应提示可相应包括:

提示一级校验失败。

具体内容可参见本文前述记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构不一致时，上述一级校验结果信息还可包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

而地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）还可相应的包括:

提示一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

一级校验失败的功能模块相关介绍请参见本文前述的记载，在此不作赘述。

更具体的，地面控制端可通过 UI 显示一级校验失败的功能模块的映射关系图，以便于用户按照所述映射关系图对一级校验失败的功能模块进行定位。

映射关系图用于表征功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系。地面控制端在 UI 上可采用表格等的方式显示映射关系图，也可以采用实物方式显示映射关系图。具体内容请参见本文前述记载，在此不作赘述。

对于软件类的功能模块，地面控制端可提示用户选择启用或禁用该功能模块。

而当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构相一致时，无人机可选择不反馈表征一级校验结果信息。

这是因为，实时校验可每一秒钟进行一次，如每次一级校验成功后均反馈，提示会比较频繁。可选择仅在一级校验失败时反馈一级校验结果信息。

或者，无人机可反馈表征一级校验成功的信息，但地面处理器不提示用户一级校验成功。

进一步的，可使用数字 0 或其他数字/字符来表征一级校验失败，用数字 1 或其他数字/字符来表征一级校验成功。

如何确定实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致，请参见本文前述记载，在此不作赘述。

与初级检测相类似，实时校验还可包括二级校验：校验上述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致。二级校验是在一级校验失败后被触发执行的。

如何确定实际连接的拓扑结构与最小拓扑结构是否一致，请参见本文前述记载，在此不作赘述。

在实时校验包括二级校验时，前述的校验结果信息还可包括二级校验结果信息。

更具体的，当实际连接的拓扑结构与上述最小冗余系统拓扑结构不一致时，二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；而当实际连接的拓扑结构与上述最小冗余系统拓扑结构相一致时，二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

更具体的，可使用数字 0 或其他数字/字符来表征二级校验失败，用数字 1 或其他数字/字符来表征二级校验成功。

与之相对应的，地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）还包括：

当二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息时，提示用户选择检查故障或选择继续运行。

当二级校验结果信息包括表征二级校验失败的信息时，提示二级校验失

败。

在本发明其他实施例中，在上述实际连接的拓扑结构与最小拓扑结构不一致时，上述所有实施例中的二级校验结果信息还可包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

而相应的，地面控制端根据校验结果信息进行相应提示（S3 或 S602）还可包括:

提示二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

二级校验失败的功能模块相关介绍请参见本文前述的记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，在上述所有实施例的实时校验失败时（一级或二级校验失败均认为实时校验失败），请参见图 9a 及图 9b，无人机所执行的操作还可包括:

采取应急处理措施;

将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端。

而地面控制端所作的操作还可包括:

接收表征应急处理措施的信息；该应急处理措施是无人机在进行实时校验过程中、一级或二级校验失败时采取的措施;

根据上述表征应急处理措施的信息对用户进行相应提示。

进一步的，上述应急处理措施可包括冗余功能模块切换;

相应的，地面控制端所作的“相应提示”操作可包括：提示已进行冗余功能模块切换，以及，建议停止功能模块运行排除故障。

或者，上述应急处理措施包括紧急降落或返航。

例如，无人机在飞行过程中突然发生实时校验失败，且无人机的飞控系统已经来不及切换冗余设备时，可进行紧急降落或返航等措施。

则地面控制端所作的“相应提示”操作可包括：提示遥控操作以保障无人机安全降落。

例如，无人机使用降落伞降落时，提示不要进行遥控操作。

此外，还有比较特殊的情况，实时校验失败时，系统还没有进入正常工作状态，如无人机还未起飞。这种情况可发生在无人机起飞一段时间后，降落。恰好此时实时校验失败，但由于无人机还未起飞，所以处于安全状态。

针对上述情况，在本发明其他实施例中，在上述实时校验中，若一级或二级校验失败且上述无人机处于安全状态，无人机所执行的操作还可包括：将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端。

至于地面控制端所作的操作则包括：

接收上述表征处于安全状态的信息；

提示用户选择排队故障再进行正常运行，或选择强制运行，或选择强制禁止起飞。

更具体的，可显示“排队故障再进行正常运行”、“强制运行”和“强制禁止起飞”三个选项（按钮），由用户选择其一执行。

前述提及了，无人机的功能模块可组合成非冗余系统（单控系统）。对于单控系统而言，由于没有冗余备份，因此其初始校验和实时校验中可不包括一级校验，直接包括二级校验。也即，单控系统只校验实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致。

对于二级校验成功或失败时无人机以及地面控制端所作的处理请参见本文前述记载，在此不作赘述。

下面将介绍设备。

图 10 示出了本发明实施例欲保护的无人机 100 的一种示例性结构，其可包括：

无人机通信装置 101，用于与地面控制端之间传递数据；以及

无人机处理器 102，用于与无人机的多个功能模块及上述无人机通信装置 101 通信连接；不同的功能模块能够连接形成不同的拓扑结构；

其中，上述无人机处理器 102 用于对上述多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验，并控制上述无人机通信装置 101 将上述校验结果信息反馈给地面控制端。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的校验可包括初始校验和实时校验中的至少一种；并且，上述初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，上述实时校验是在上述无人机的运行过程中实时进行的。

前述提及了，无人机的功能模块可组合成冗余系统。

对于冗余系统，上述初始校验或实时校验可包括一级校验。

在其他实施例中，对于冗余系统，在上述一级校验失败后，上述初始校验或实时校验还包括二级校验。

而对于非冗余系统，其初始校验和实时校验中可不包括一级校验，直接包括二级校验。也即，非冗余系统只校验实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致。

其中：

一级校验包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致。

则上述校验结果信息包括一级校验结果信息；当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构不一致时，上述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息。

在本发明其他实施例中，当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构相一致时，上述所有实施例中的一级校验结果信息可包括表征一级校验成功的信息。

具体细节请参见本文前述记载，在此不作赘述。

进一步的，当上述实际连接的拓扑结构与上述预设拓扑结构不一致时，上述所有实施例中的一级校验结果信息还可包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

具体细节请参见本文前述方法部分的记载，在此不作赘述。

上述二级校验包括：校验上述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；上述校验结果信息还包括二级校验结果信息。

更具体的，当上述实际连接的拓扑结构与上述最小冗余系统拓扑结构不一致时，上述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当上述实际连接的拓扑结构与上述最小冗余系统拓扑结构相一致时，上述二级校验

结果信息包括表征二级校验成功的信息。

具体细节请参见本文前述方法部分的记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，在上述实际连接的拓扑结构与上述最小拓扑结构不一致时，上述所有实施例中的二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

具体细节请参见本文前述方法部分的记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的无人机处理器 102 还可用于：在上述实际连接的拓扑结构与上述最小拓扑结构不一致时，强制禁止进入运行状态；则上述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息。

具体细节请参见本文前述方法部分的记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的无人机处理器 102 还可用于：

在进行上述初始结构校验之前，加载上述预设拓扑结构；

为上述多个功能模块预置模块属性；上述模块属性至少包括功能模块 ID、用户 ID 和功能模块状态；上述功能模块状态至少包括连接状态和错误状态；

生成实际连接的拓扑结构。

具体细节请参见本文前述方法部分的记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的实时校验还包括：实时监控各上述功能模块的功能模块状态，根据上述功能模块状态实时更新实际连接的拓扑结构。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的无人机处理器 102 还可用于：

在上述实时校验中，在一级或二级校验失败时，采取应急处理措施；

控制上述无人机通信装置 101 将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的无人机处理器 102 还可用于：

在上述实时校验中，若一级或二级校验失败且上述无人机处于安全状态，控制上述无人机通信装置 101 将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端。

具体细节请参见本文前述方法部分的记载，在此不作赘述。

图 11 示出了本发明实施例欲保护的地面控制端 110 的一种示例性结构，其可包括:

提示装置 111，用于发出提示信息;

提示装置 111 具体可为设有用户界面的显示屏。

地面通信装置 112，用于与上述无人机之间传递数据；以及

地面端处理器 113，与上述提示装置 111、上述地面通信装置 112 通信连接;

其中，上述地面端处理器 113 用于，控制上述地面通信装置 112 接收上述无人机反馈的拓扑结构校验结果信息，并且根据上述校验结果信息控制上述提示装置 111 进行相应提示。

拓扑结构校验结果信息及提示的具体细节请参见本文前述的介绍，在此不作赘述。

具体的，上述地面控制端可包括如下至少一种：手持通信装置（例如手机、ipad）、遥控器和无人机基站。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的地面端处理器 113 还可用于:

控制上述地面通信装置 112 接收表征应急处理措施的信息;

根据上述表征应急处理措施的信息控制上述提示装置 111 对用户进行相应提示；上述应急处理措施是上述无人机在进行实时校验过程中、一级或二级校验失败时采取的措施。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的地面端处理器 113 还可用于:

控制上述地面通信装置 112 接收表征处于安全状态的信息；上述表征处于安全状态的信息是上述无人机在进行实时校验过程中，在一级或二级校验失败且上述无人机处于安全状态时反馈的;

控制上述提示装置 111 提示用户选择排队故障再进行正常运行，或强制运行，或强制禁止起飞。提示装置 111 可以为显示屏、LED 指示灯、发声器等。具体在图示的实施例中，提示装置 111 为显示屏。

目前的拓扑结构校验方法除了在拓扑结构校验的设计上，缺少与用户的交互外，用户也没有办法对拓扑结构进行添加、修改或删除。

为此，本发明实施例提供无人机的控制方法及相关装置，以实现用户参与拓扑结构的设置。

本控制方法涉及无人机与地面控制端。无人机与地面控制端之间的通信场景可如图 1 所示，也可如图 12 所示：无人机通过传输线（例如 USB 线）与地面控制端连接。

上述地面控制端或无人机，其通用结构如图 2 所示，包括至少一个处理器 201，例如 CPU/FMU，至少一个网络接口 204 或者其他用户接口 203，存储器 205，至少一个通信总线 202。通信总线 202 用于实现这些组件之间的连接通信。地面控制端或无人机可选的包含用户接口 203，键盘或者点击设备，例如，轨迹球（trackball）等。在本发明实施例中，处理器 201 通过调用存储器 205 存储的应用程序 2051 或指令，执行控制方法各步骤。

其中，地面控制端可为遥控器、支持对无人机进行控制的手持通信设备（例如手机、ipad）、PC 机、无人机基站等。手持通信设备/PC 机也可与遥控器相连接，共同组成地面控制端。

无人机包含多个功能模块，功能模块可为硬件模块（硬件设备）或软件模块。例如，硬件模块可包含螺旋桨、马达、飞行处理器、数据采集装置（各种传感器、GPS、罗盘等），无人机对外提供的物理端口，硬件设备，尤其是数据采集装置可通过物理端口安装在无人机上。

软件模块可包含硬件设备的驱动、系统等。

不同的上述功能模块能够连接成不同的拓扑结构。

图 13 示出了本发明实施例所提供的无人机控制方法的一种示例性交互流程，其可包括:

S131：地面控制端通过用户界面 UI 展现多个功能模块；

更具体的，请参见图 14，可显示无人机支持的最大拓扑结构图。所有的功能模块均包含在该最大拓扑结构中。

上述最大拓扑结构图包含未连接的功能模块，以及，被突出呈现的预设拓扑结构（表征已连接功能模块的拓扑结构关系）。

在最大拓扑结构图中，可通过颜色加重等方法重点显示预设拓扑结构，而未连接的功能模块可使用另一颜色显示（如灰色）。

最大拓扑结构图可存储在地面控制端，也可存储在无人机端。

S132：地面控制端通过所述 UI 接收用户输入的设置数据并向所述无人机发送所述设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构；

更具体的，上述的“选择”可包括“选择添加”、“选择删除”和“选择修改”功能模块。

举例来讲，FMU2 最大可连接三个 ACC，并且已连接了 ACC1 和 ACC2，用户可选择添加 ACC3，或者选择删除 ACC1（或 ACC2），或者还可选择修改 ACC1 与其他模块的连接关系，将 ACC1 修改至连接到其他模块上。

在本发明其他实施例中，上述设置数据还可用于修改功能模块的用户 ID。这样，用户可用便于自己识别的用户 ID 来标注功能模块，有利于用户对模块进行定位、装卸等操作。

向所述无人机发送所述设置数据的方式有多种，例如，可在用户通过所述 UI 每选择一个所述功能模块后，同步向所述无人机发送设置数据；

或者，也可在所述 UI 上构建所述预设拓扑结构之后，向所述无人机发送设置数据。

S133：无人机根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构并存储。

可见，在本实施例中，为用户提供了对拓扑结构进行添加、修改或删除的交互方式，使用户可以高效参与进来，提高了用户的交互体验。

与之相应的，请参见图 15，由地面控制端所执行控制方法可至少包括如

下步骤:

S151: 通过 UI 展现无人机的多个功能模块;

前已述及，上述多个功能模块的不同组合能够不同的拓扑结构。

S152: 通过所述 UI 接收用户输入的设置数据并向所述无人机发送所述设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构。

相应的，请参见图 16，由无人机所执行控制方法可至少包括如下步骤:

S161: 接收用于设置预设拓扑结构的设置数据，所述设置数据来自于地面控制端;

S162: 根据所述设置数据重新设置所述无人机的预设拓扑结构。

在本发明其他实施例中，在步骤 S132 或步骤 S152 之后，请参见图 17，上述所有实施例中的地面控制端还可执行如下步骤:

S135、通过所述 UI 显示映射关系图。

上述所有功能模块的用户 ID 与物理端口之间的映射关系图可存储于无人机中，也可存储于地面控制端。

若存储于无人机中，仍请参见图 17，无人机需进行如下操作:

S134: 向地面控制端发送映射关系图。

而相应的，地面控制端在展示所述映射关系图之前，还需要进行如下操作:

S136: 接收所述映射关系图，所述映射关系图来自于所述无人机。

映射关系图用于表征功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，显示映射关系图可以方便用户按照映射关系图连接或断开功能模块。

举例来讲，假定用户设置的预设拓扑结构中，GPS1 和 GPS2（GPS1 和 GPS2 均为用户 ID）均连接至 FMU1: GPS1 连接物理端口 1，GPS2 连接物理端口 2。

而实际上，GPS2 并未连接至 FMU1，则可提示 GPS2 与物理端口 2 之间的映射关系图。

地面控制端在UI上可采用表格、树形数据结构等方式显示映射关系图，也可以采用实物方式显示映射关系图。例如，仍请参见图 7d，可直接显示无人机的实物图，标示出物理端口 2，提示用户插入GPS2。

对于软件类的功能模块，地面控制端可提示用户选择启用/禁用该功能模块。

在将映射图展现给用户后，用户在连接/启用、断开/禁用功能模块后，会在UI上点击确认。之后，无人机可校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致。

请参见图 18，地面控制端所进行的步骤可包括:

S137：通过所述UI接收用户的连接完毕确认信息并反馈给所述无人机;

S141：接收校验结果信息，所述校验结果信息是所述无人机将实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构进行比对后得到的;

S142：根据所述校验结果信息进行相应的提示。

而无人机所进行的步骤可包括:

S138：接收连接完毕确认信息，所述连接完毕确认信息来自于所述地面控制端;

S139：校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致;

如何确定是否一致请参见本文前述的记载，在此不作赘述。

S140：返回校验结果信息。

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息。

则上述步骤S142可具体包括:

当所述校验结果信息包括表征校验失败的信息时，提示校验失败;

当所述校验结果信息包括表征校验成功的信息时，提示校验成功。

在本发明其他实施例中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，上述所有实施例中的校验结果信息还包括：校验失败的功能模

块及相应的模块属性。

则上述步骤S142还可包括:提示校验失败的功能模块及相应的模块属性。

上述校验失败的功能模块包括:在所述预设拓扑结构中包含、但在所述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块,在所述预设拓扑结构中不包含、但在所述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块,以及,错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

具体内容请参见本文前述一级校验部分的描述,在此不作赘述。

更具体的,地面控制端可显示校验失败的功能模块的映射关系图,以便于用户按照所述映射关系图对校验失败的功能模块进行定位。

当用户根据映射关系图对校验失败的功能模块进行处理后,可再次在UI上点击确认。之后,无人机可再次校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致。

在本发明其他实施例中,在无人机根据所述设置数据重新设置所述无人机的预设拓扑结构之后,或者返回校验结果信息之后,无人机还可向地面控制端反馈各功能模块的模块属性信息。

至于地面控制端其相应的动作可包括:

接收所述无人机反馈的各功能模块的模块属性信息;

在所述UI上刷新所述多个功能模块的模块属性信息。

下面将介绍设备。

图19示出了本发明实施例欲保护的地面控制端190的一种示例性结构,其可包括:

显示屏191,设有用户界面(UI),通过所述UI能够接收用户输入的设置数据,所述设置数据用于选择相应的功能模块,形成一预设拓扑结构;

地面通信装置192,用于与所述无人机之间传递数据;以及

地面端处理器193,与所述显示屏191、所述地面通信装置192通信连接;

其中,地面端处理器193控制所述显示屏191的UI展现多个功能模块,并且控制地面通信装置192将用户输入的所述设置数据发送给无人机。

具体的，上述地面控制端可包括如下至少一种：手持通信装置（例如手机、ipad）、遥控器和无人机基站。

在本发明其他实施例中，在将用户输入的所述设置数据发送给所述无人机的方面，上述所有实施例中的控制所述地面通信装置 192 可具体用于：

在通过所述 UI 每选择一个所述功能模块后，控制所述地面通信装置 192 同步向所述无人机发送被选择的功能模块的设置数据；

或者，在所述 UI 上构建所述预设拓扑结构之后，控制所述地面通信装置 192 向所述无人机发送设置数据。

具体内容请参见本文前述的记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的地面端处理器 193 还可用于，控制所述显示屏 191 的 UI 显示映射关系图。

其中，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图连接或断开所述功能模块。

具体内容请参见本文前述记载，在此不作赘述。

上述所有功能模块的用户 ID 与物理端口之间的映射关系图可存储于无人机中，也可存储于地面控制端。

若存储于无人机中，在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的地面端处理器 193 还可用于，在展示所述映射关系图之前，控制所述地面通信装置 192 接收所述映射关系图，所述映射关系图来自于所述无人机。

具体内容请参见本文前述记载，在此不作赘述。

在将映射图展现给用户后，用户在连接/启用、断开/禁用功能模块后，会在 UI 上点击确认。在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的地面端处理器 193 还可用于：

控制所述显示屏 191 的 UI 接收用户的连接完毕确认信息并控制所述地面通信装置 192 反馈给所述无人机；

控制所述地面通信装置 192 接收校验结果信息，所述校验结果信息是所述无人机将实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构进行比对后得到的；

根据所述校验结果信息控制所述显示屏 191 的 UI 进行相应的提示。

在本发明其他实施例中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，上述实施例中的校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息；

则在所述根据所述校验结果信息进行相应的提示的方面，所述地面端处理器 193 可具体用于：

当所述校验结果信息包括表征校验失败的信息时，控制所述显示屏 191 的 UI 提示校验失败；

当所述校验结果信息包括表征校验成功的信息时，控制所述显示屏 191 的 UI 提示校验成功。

在本发明其他实施例中，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息还包括：校验失败的功能模块及相应的模块属性；

则在所述根据所述校验结果信息进行相应的提示的方面，所述地面端处理器 193 还可用于：控制所述显示屏 191 的 UI 提示校验失败的功能模块及相应的模块属性。

在本发明其他实施例中，在无人机根据所述设置数据重新设置所述无人机的预设拓扑结构之后，无人机还可向地面控制端反馈各功能模块的模块属性信息。

则相应的，所述地面端处理器 193 还可用于：

控制所述地面通信装置 192 接收所述无人机反馈的各功能模块的模块属性信息；

控制所述显示屏 191 的 UI 刷新所述多个功能模块的模块属性信息。

图 20 示出了本发明实施例欲保护的无人机 200 的一种示例性结构，其可包括：

多个功能模块（未在图中示出），并且不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构；

无人机通信装置 201，用于与地面控制端之间传递数据；以及

无人机处理器 202，与所述多个功能模块及所述无人机通信装置 201 通信连接；

其中，所述无人机通信装置 201 接收来自于所述地面控制端的设置数据，所述无人机处理器 202 根据所述设置数据重新设置所述多个功能模块的预设拓扑结构。

具体内容请参见本文前述记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的无人机处理器 202 还可用于，在根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构之后，控制所述无人机通信装置 201 向地面控制端发送映射关系图。

所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图将所述功能模块连接至相映射的物理端口，或者，断开所述功能模块与物理端口之间的连接。

具体内容请参见本文前述记载，在此不作赘述。

在将映射图展现给用户后，用户在连接/启用、断开/禁用功能模块后，会在 UI 上点击确认。

在本发明其他实施例中，上述所有实施例中的无人机处理器 202 还用于：

控制所述无人机通信装置 201 接收连接完毕确认信息，所述连接完毕确认信息来自于所述地面控制端；

校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致；

控制所述无人机通信装置 201 返回校验结果信息。

校验结果信息的相关内容请参见本文前述记载，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，在无人机根据所述设置数据重新设置所述无人机的预设拓扑结构之后，所述无人机处理器 202 还可用于，在重新设置预设拓扑结构后，控制所述无人机通信装置 201 向地面控制端反馈各功能模块的模块属性信息。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都

是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相请参见即可。对于实施例提供的装置而言，由于其与实施例提供的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处请参见方法部分说明即可。

还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括上述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

通过以上的实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的通用硬件的方式来实现，通用硬件包括通用集成电路、通用 CPU、通用存储器、通用元器件等，当然也可以通过专用硬件包括专用集成电路、专用 CPU、专用存储器、专用元器件等来实现，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在可读取的存储介质中，如 U 盘、移动存储介质、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储软件程序代码的介质，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例的方法。

对所提供的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所提供的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求 书

1、一种无人机的控制方法，其特征在于，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所述方法包括:

对所述多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验;

所述无人机将校验结果信息反馈给地面控制端。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述校验包括初始校验和实时校验中的至少一种;

所述初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中实时进行的。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

所述初始校验或实时校验包括一级校验;

所述一级校验包括:

校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致;

所述校验结果信息包括一级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息。

4、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时，所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息。

5、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述多个功能模块中的每一所述功能模块具有模块属性，所述模块属性至少包括模块 ID、用户 ID 和模块状态；所述模块状态至少包括连接状态和错误状态。

6、如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，

所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致至少包括:

所述预设拓扑结构包含的任一功能模块，在所述实际连接的拓扑结构中

也同样包含，所述任一功能模块的连接状态良好，以及，所述任一功能模块的错误状态为空。

7、如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，

所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致包括以下任意一种或任意组合:

所述预设拓扑结构中包含的功能模块，在所述实际连接的拓扑结构中未包含;

所述实际连接的拓扑结构中包含了所述预设拓扑结构未包含的功能模块;

所述预设拓扑结构与所述实际连接的拓扑结构包含同一功能模块，但该功能模块的错误状态不为空。

8、如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息还包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

9、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述一级校验失败的功能模块包括：在所述预设拓扑结构中包含、但在所述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块，在所述预设拓扑结构中不包含、但在所述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块，以及，错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

10、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述初始校验或实时校验包括：二级校验;

所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致;

所述校验结果信息包括二级校验结果信息;

当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致时，所述二级校验结果信息包

括表征二级校验成功的信息。

11、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述初始校验或实时校验还包括:

在所述一级校验失败后，触发执行二级校验;

所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致;

所述校验结果信息还包括二级校验结果信息;

当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致时，所述二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

12、如权利要求 10 或 11 所述的方法，其特征在于，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

13、如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述二级校验失败的功能模块包括：在所述最小拓扑结构中包含、但在所述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块，在所述最小拓扑结构中不包含、但在所述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块，以及，错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

14、如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，还包括：强制禁止进入运行状态;

所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息。

15、如权利要求 3 或 10 所述的方法，其特征在于，在进行所述初始结构校验之前，还包括:

加载所述预设拓扑结构;

为所述多个功能模块预置模块属性；所述模块属性至少包括功能模块 ID、用户 ID 和功能模块状态；所述功能模块状态至少包括连接状态和错误状态;

生成实际连接的拓扑结构。

16、如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述生成实际连接的拓扑结构包括:

通过数据流的检测，确定实际连接到飞行控制单元的各功能模块，以及，各功能模块的设置属性;

根据所述功能模块状态确定实际连接的拓扑结构。

17、如权利要求 3 或 10 所述的方法，其特征在于，所述实时校验还包括:

实时监控各所述功能模块的功能模块状态，根据所述功能模块状态实时更新实际连接的拓扑结构。

18、如权利要求 10 或 11 所述的方法，其特征在于，在所述实时校验中，在一级或二级校验失败时，还包括:

采取应急处理措施;

将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端。

19、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，

所述应急处理措施包括冗余功能模块切换;

或者，所述应急处理措施包括紧急降落或返航。

20、如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，在所述实时校验中，若一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态，还包括:

将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端。

21、一种无人机，其特征在于，包括:

无人机通信装置，用于与地面控制端之间传递数据; 以及

无人机处理器，用于与所述无人机的多个功能模块及所述无人机通信装置通信连接，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构;

其中，所述无人机处理器用于对所述多个功能模块形成的、实际连接的

拓扑结构进行校验，并控制所述无人机通信装置将所述校验结果信息反馈给地面控制端。

22、如权利要求 21 所述的无人机，其特征在于，所述校验包括初始校验和实时校验中的至少一种；

所述初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中实时进行的。

23、如权利要求 22 所述的无人机，其特征在于，

所述初始校验或实时校验包括一级校验；所述一级校验包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致；

所述校验结果信息包括一级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息。

24、如权利要求 23 所述的无人机，其特征在于，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时，所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息。

25、如权利要求 23 所述的无人机，其特征在于，所述实际连接的拓扑结构中的每一所述功能模块具有模块属性，所述模块属性至少包括模块 ID、用户 ID 和模块状态；所述模块状态至少包括连接状态和错误状态。

26、如权利要求 25 所述的无人机，其特征在于，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息还包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

27、如权利要求 23 所述的无人机，其特征在于，所述初始校验或实时校验还包括：

在所述一级校验失败后，触发执行二级校验；

所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；

所述校验结果信息还包括二级校验结果信息;

当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致时，所述二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

28、如权利要求 22 所述的无人机，其特征在于，所述初始校验或实时校验包括：二级校验;

所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致;

所述校验结果信息包括二级校验结果信息;

当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息至少包括表征二级校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述最小冗余系统拓扑结构相一致时，所述二级校验结果信息包括表征二级校验成功的信息。

29、如权利要求 27 或 28 所述的无人机，其特征在于，在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

30、如权利要求 29 所述的无人机，其特征在于，所述无人机处理器还用于：在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，强制禁止进入运行状态;

所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息。

31、如权利要求 25 或 28 所述的无人机，其特征在于，所述无人机处理器还用于:

在进行所述初始结构校验之前，加载所述预设拓扑结构;

为所述多个功能模块预置模块属性;所述模块属性至少包括功能模块 ID、用户 ID 和功能模块状态；所述功能模块状态至少包括连接状态和错误状态;

生成实际连接的拓扑结构。

32、如权利要求 27 或 28 所述的无人机，其特征在于，所述实时校验还包括：实时监控各所述功能模块的功能模块状态，根据所述功能模块状态实时更新实际连接的拓扑结构。

33、如权利要求 27 或 28 所述的无人机，其特征在于，所述无人机处理器还用于：

在所述实时校验中，在一级或二级校验失败时，采取应急处理措施；

控制所述无人机通信装置将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端。

34、如权利要求 27 或 28 所述的无人机，其特征在于，所述无人机处理器还用于：在所述实时校验中，若一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态，控制所述无人机通信装置将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端。

35、一种无人机的控制方法，其特征在于，所述控制方法包括：

地面控制端接收无人机反馈的拓扑结构校验结果信息；所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所述拓扑结构校验信息是所述无人机对多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验后得到的；

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示。

36、如权利要求 35 所述的方法，其特征在于，所述校验包括初始校验和实时校验中的至少一种；

所述初始校验是在所述无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中进行的。

37、如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，

所述初始校验或实时校验包括一级校验，所述一级校验包括：校验实际

连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致;

所述校验结果信息包括一级校验结果信息;当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时,所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息;

所述根据所述校验结果信息进行相应提示包括:

当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验失败的信息时,提示一级校验失败。

38、如权利要求 37 所述的方法,其特征在于,

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时,所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息;

所述根据所述校验结果信息进行相应提示包括:

当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验成功的信息时,提示初始校验成功,可正常运行。

39、如权利要求 37 所述的方法,其特征在于,

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时,所述一级校验结果信息还包括:一级校验失败的功能模块及相应的模块属性;

所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括:

提示一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

40、如权利要求 36 或 37 所述的方法,其特征在于,

所述初始校验或实时校验还包括在所述一级校验失败后、被触发执行的二级校验;所述二级校验包括:校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致;所述校验结果信息还包括二级校验结果信息;所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级校验失败或成功的信息;或者,

所述初始校验或实时校验包括二级校验;所述二级校验包括:校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致;所述校验结果信息包括二级校验结果信息;所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级

校验失败或成功的信息。

41、如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括:

当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验成功的信息时，提示用户选择检查故障或选择继续运行;

当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验失败的信息时，提示二级校验失败。

42、如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，

在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息;

所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括:

提示禁止进入运行状态。

43、如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，

在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性;

所述根据所述校验结果信息进行相应提示还包括:

提示二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

44、如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，还包括:

接收表征应急处理措施的信息；所述应急处理措施是所述无人机在进行实时校验过程中、一级或二级校验失败时采取的措施;

根据所述表征应急处理措施的信息对用户进行相应提示。

45、如权利要求 44 所述的方法，其特征在于，

所述应急处理措施包括冗余功能模块切换，所述相应提示包括：提示已进行冗余功能模块切换，以及，建议停止功能模块运行排除故障;

或者，所述应急处理措施包括紧急降落或返航，所述相应提示包括提示

遥控操作以保障所述无人机安全降落。

46、如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，还包括:

接收表征处于安全状态的信息；所述表征处于安全状态的信息是所述无人机在进行实时校验过程中，在一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态时反馈的;

提示用户选择排队故障再进行正常运行，或强制运行，或强制禁止起飞。

47、一种地面控制端，用于控制无人机，其特征在于，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所述地面控制端包括:

提示装置，用于发出提示信息;

地面通信装置，用于与所述无人机之间传递数据；以及

地面端处理器，与所述提示装置、所述地面通信装置通信连接;

其中，所述地面端处理器控制所述地面通信装置接收所述无人机反馈的拓扑结构校验结果信息，并且根据所述校验结果信息控制所述提示装置进行相应提示。

48、如权利要求 47 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面控制端包括如下至少一种：手持通信装置、遥控器和无人机基站。

49、如权利要求 47 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面端处理器还用于，控制所述地面通信装置接收表征应急处理措施的信息；根据所述表征应急处理措施的信息控制所述提示装置对用户进行相应提示；所述应急处理措施是所述无人机在进行实时校验过程中、一级或二级校验失败时采取的措施。

50、如权利要求 40 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面端处理器还用于，控制所述地面通信装置接收表征处于安全状态的信息；所述表征处于安全状态的信息是所述无人机在进行实时校验过程中，在一级或二级校验

失败且所述无人机处于安全状态时反馈的；控制所述提示装置提示用户选择排队故障再进行正常运行，或强制运行，或强制禁止起飞。

51、一种无人机的控制方法，其特征在于，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接成不同的拓扑结构，所述方法包括：

无人机对所述多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验；

所述无人机将校验结果信息反馈给地面控制端；

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示。

52、如权利要求 51 所述的方法，其特征在于，所述拓扑结构校验包括初始校验和实时校验中的至少一种；

所述初始校验是在无人机启动之后、运行之前进行的，所述实时校验是在所述无人机的运行过程中进行的。

53、如权利要求 51 所述的方法，其特征在于，

所述初始校验或实时校验包括一级校验，所述一级校验包括：校验实际连接的拓扑结构与预设拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括一级校验结果信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息至少包括表征一级校验失败的信息；

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示包括：

当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验失败的信息时，所述地面控制端提示一级校验失败。

54、如权利要求 53 所述的方法，其特征在于，

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构相一致时，所述一级校验结果信息包括表征一级校验成功的信息；

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示包括：

当所述一级校验结果信息包括表征所述一级校验成功的信息时，所述地

面控制端提示初始校验成功，可正常运行。

55、如权利要求 53 所述的方法，其特征在于，

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述一级校验结果信息还包括：一级校验失败的功能模块及相应的模块属性；

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：

所述地面控制端提示一级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

56、如权利要求 52 或 53 所述的方法，其特征在于，

所述初始校验或实时校验还包括在所述一级校验失败后、被触发执行的二级校验；所述二级校验包括：所述无人机校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息还包括二级校验结果信息；所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级校验失败或成功的信息;或者，

所述初始校验或实时校验包括二级校验；所述二级校验包括：校验所述实际连接的拓扑结构与无人机支持的最小拓扑结构是否一致；所述校验结果信息包括二级校验结果信息；所述二级校验结果信息至少包括表征所述二级校验失败或成功的信息。

57、如权利要求 56 所述的方法，其特征在于，

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：

当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验成功的信息时，所述地面控制端通过所述 UI 提示用户选择检查故障或选择继续运行；

当所述二级校验结果信息包括表征所述二级校验失败的信息时，所述地面控制端提示二级校验失败。

58、如权利要求 56 所述的方法，其特征在于，

在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括表征禁止进入运行状态的信息；

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：

所述地面控制端提示禁止进入运行状态。

59、如权利要求 56 所述的方法，其特征在于，

在所述实际连接的拓扑结构与所述最小拓扑结构不一致时，所述二级校验结果信息还包括二级校验失败的功能模块及相应的模块属性；

所述地面控制端根据所述校验结果信息进行相应提示还包括：

所述地面控制端提示二级校验失败的功能模块及相应的模块属性。

60、如权利要求 56 所述的方法，其特征在于，在所述实时校验所包含的一级或二级校验失败时，还包括：

所述无人机采取应急处理措施；

所述无人机将表征应急处理措施的信息反馈给地面控制端；

所述地面控制端根据所述表征应急处理措施的信息对用户进行相应提示。

61、如权利要求 60 所述的方法，其特征在于，

所述应急处理措施包括冗余功能模块切换，所述相应提示包括：提示已进行冗余功能模块切换，以及，建议停止功能模块运行排除故障；

或者，所述应急处理措施包括紧急降落或返航，所述相应提示包括提示遥控操作以保障所述无人机安全降落。

62、如权利要求 56 所述的方法，其特征在于，在所述实时校验中，若一级或二级校验失败且所述无人机处于安全状态，还包括：

所述无人机将表征处于安全状态的信息反馈给地面控制端；

所述地面控制端提示用户选择排队故障再进行正常运行，或强制运行，或强制禁止起飞。

63、一种无人机的控制方法，其特征在于，所述方法包括：

通过用户界面 UI 展现无人机的多个功能模块，不同的所述功能模块能够

连接形成不同的拓扑结构;

通过所述 UI 接收用户输入的设置数据并向所述无人机发送所述设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构。

64、如权利要求 63 所述控制方法，其特征在于，所述向所述无人机发送所述设置数据包括:

在通过所述 UI 每选择一个所述功能模块后，同步向所述无人机发送设置数据;

或者，在所述 UI 上构建所述预设拓扑结构之后，向所述无人机发送设置数据。

65、如权利要求 63 所述的方法，其特征在于，还包括:

通过所述 UI 显示映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图连接或断开所述功能模块。

66、如权利要求 65 所述的方法，其特征在于，在展示所述映射关系图之前，还包括:

接收所述映射关系图，所述映射关系图来自于所述无人机。

67、如权利要求 65 所述的方法，其特征在于，还包括:

通过所述 UI 接收用户的连接完毕确认信息并反馈给所述无人机;

接收校验结果信息，所述校验结果信息是所述无人机将实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构进行比对后得到的;

根据所述校验结果信息通过用户界面 UI 进行相应的提示。

68、如权利要求 67 所述的方法，其特征在于，还包括:

接收所述无人机反馈的各功能模块的模块属性信息;

在所述 UI 上刷新所述多个功能模块的模块属性信息。

69、如权利要求 67 所述的方法，其特征在于，

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预

设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息;

所述根据所述校验结果信息通过用户界面 UI 进行相应的提示包括:

当所述校验结果信息包括表征校验失败的信息时，提示校验失败;

当所述校验结果信息包括表征校验成功的信息时，提示校验成功。

70、如权利要求 69 所述的方法，其特征在于，

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息还包括：校验失败的功能模块及相应的模块属性;

所述根据所述校验结果信息进行相应的提示还包括:

提示校验失败的功能模块及相应的模块属性。

71、如权利要求 63 所述的方法，其特征在于，所述展现所述多个功能模块包括:

显示所述无人机支持的最大拓扑结构图；所述最大拓扑结构图包含未连接的功能模块，以及，预设拓扑结构；所述预设拓扑结构被突出呈现。

72、一种地面控制端，用于控制无人机，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构，其特征在于，所述地面控制端包括:

显示屏，设有用户界面（UI），通过所述 UI 能够接收用户输入的设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构;

地面通信装置，用于与所述无人机之间传递数据；以及

地面端处理器，与所述显示屏、所述地面通信装置通信连接;

其中，所述地面端处理器控制所述显示屏的 UI 展现所述多个功能模块，并且控制所述地面通信装置将用户输入的所述设置数据发送给所述无人机。

73、如权利要求 72 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面控制端包括如下至少一种：手持通信装置、遥控器和无人机基站。

74、如权利要求 72 所述的地面控制端，其特征在于，在所述控制所述地面通信装置将用户输入的所述设置数据发送给所述无人机的方面，所述地面端处理器用于:

在通过所述 UI 每选择一个所述功能模块后，控制所述地面通信装置同步向所述无人机发送被选择的功能模块的设置数据；

或者，在所述 UI 上构建所述预设拓扑结构之后，控制所述地面通信装置向所述无人机发送设置数据。

75、如权利要求 72 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面端处理器还用于，控制所述显示屏的 UI 显示映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图连接或断开所述功能模块。

76、如权利要求 75 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面端处理器还用于，在展示所述映射关系图之前，控制所述地面通信装置接收所述映射关系图，所述映射关系图来自于所述无人机。

77、如权利要求 75 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面端处理器还用于，控制所述显示屏的 UI 接收用户的连接完毕确认信息并控制所述地面通信装置反馈给所述无人机；

控制所述地面通信装置接收校验结果信息，所述校验结果信息是所述无人机将实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构进行比对后得到的；

根据所述校验结果信息控制所述显示屏的 UI 进行相应的提示。

78、如权利要求 77 所述的地面控制端，其特征在于，所述地面端处理器还用于，

控制所述地面通信装置接收所述无人机反馈的各功能模块的模块属性信息；

控制所述显示屏的 UI 刷新所述多个功能模块的模块属性信息。

79、如权利要求 77 所述的地面控制端，其特征在于，

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息；

在所述根据所述校验结果信息通过用户界面 UI 进行相应的提示的方面，所述地面端处理器具体用于：

当所述校验结果信息包括表征校验失败的信息时，控制所述显示屏的 UI 提示校验失败;

当所述校验结果信息包括表征校验成功的信息时，控制所述显示屏的 UI 提示校验成功。

80、如权利要求 79 所述的地面控制端，其特征在于，

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息还包括：校验失败的功能模块及相应的模块属性;

在所述根据所述校验结果信息通过用户界面 UI 进行相应的提示的方面，所述地面端处理器还用于:

控制所述显示屏的 UI 提示校验失败的功能模块及相应的模块属性。

81、一种无人机的控制方法，其特征在于，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构，所述方法包括:

接收用于设置预设拓扑结构的设置数据，所述设置数据来自于地面控制端;

根据所述设置数据重新设置所述无人机的预设拓扑结构。

82、如权利要求 81 所述的方法，其特征在于，在重新设置预设拓扑结构后，还包括:

向地面控制端反馈各功能模块的模块属性信息。

83、如权利要求 81 所述的方法，其特征在于，在根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构之后，还包括:

向地面控制端发送映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图将所述功能模块连接至相映射的物理端口，或者，断开所述功能模块与物理端口之间的连接。

84、如权利要求 82 或 83 所述的方法，其特征在于，还包括:

接收连接完毕确认信息，所述连接完毕确认信息来自于所述地面控制端;

校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致;

返回校验结果信息。

85、如权利要求 84 所述的方法，其特征在于，当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验失败的信息；当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构一致时，所述校验结果信息至少包含表征校验成功的信息。

86、如权利要求 85 所述的方法，其特征在于，

当所述实际连接的拓扑结构与所述预设拓扑结构不一致时，所述校验结果信息还包括：校验失败的功能模块及相应的功能模块属性。

87、如权利要求 86 所述的方法，其特征在于，所述校验失败的功能模块包括：在所述预设拓扑结构中包含、但在所述实际连接的拓扑结构中不包含的功能模块，在所述预设拓扑结构中不包含、但在所述实际连接的拓扑结构中包含的功能模块，以及，错误状态不为空的功能模块中的至少一种。

88、如权利要求 81 所述的方法，其特征在于，所述预设拓扑结构以树形拓扑数据结构的方式存储。

89、一种无人机，其特征在于，所述无人机包括:

无人机通信装置，用于与地面控制端之间传递数据；以及

无人机处理器，与所述无人机的多个功能模块及所述无人机通信装置通信连接，并且不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构;

其中，所述无人机通信装置接收来自于所述地面控制端的设置数据，所述无人机处理器根据所述设置数据重新设置所述多个功能模块的预设拓扑结构。

90、如权利要求 89 所述的无人机，其特征在于，所述无人机处理器还用于，在重新设置预设拓扑结构后，控制所述无人机通信装置向地面控制端反馈各功能模块的模块属性信息。

91、如权利要求 89 所述的无人机，其特征在于，所述无人机处理器还用于，在根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构之后，控制所述无人机通信

装置向地面控制端发送映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中的功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图将所述功能模块连接至相映射的物理端口，或者，断开所述功能模块与物理端口之间的连接。

92、如权利要求 90 或 91 所述的无人机，其特征在于，所述无人机处理器还用于:

控制所述无人机通信装置接收连接完毕确认信息，所述连接完毕确认信息来自于所述地面控制端;

校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致;

控制所述无人机通信装置返回校验结果信息。

93、一种无人机的控制方法，其特征在于，所述无人机包括多个功能模块，不同的所述功能模块能够连接形成不同的拓扑结构，所述方法包括:

地面控制端通过用户界面 UI 展现所述多个功能模块;

地面控制端通过所述 UI 接收用户输入的设置数据并向所述无人机发送所述设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构;

无人机根据所述设置数据重新设置预设拓扑结构并存储。

94、如权利要求 93 所述的方法，其特征在于，还包括:

地面控制端通过所述 UI 显示映射关系图，所述映射关系图用于表征所述预设拓扑结构中功能模块的用户 ID 与无人机对外提供的物理端口之间的映射关系，以便于用户按照所述映射关系图将硬件功能模块连接至相映射的物理端口，或者，断开硬件功能模块与物理端口之间的连接。

95、如权利要求 94 所述的方法，其特征在于，还包括:

地面控制端通过所述 UI 接收用户的连接完毕确认信息，并反馈给所述无人机;

所述无人机校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致，并返回校验结果信息;

地面控制端接收校验结果信息，并根据所述校验结果信息通过用户界面UI进行相应的提示。

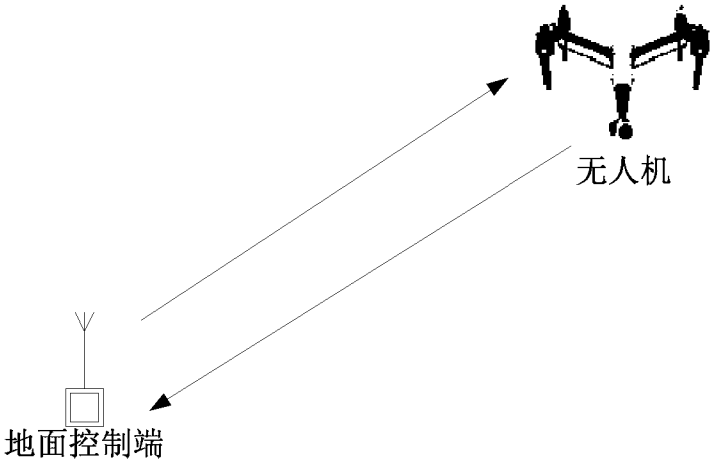


图 1

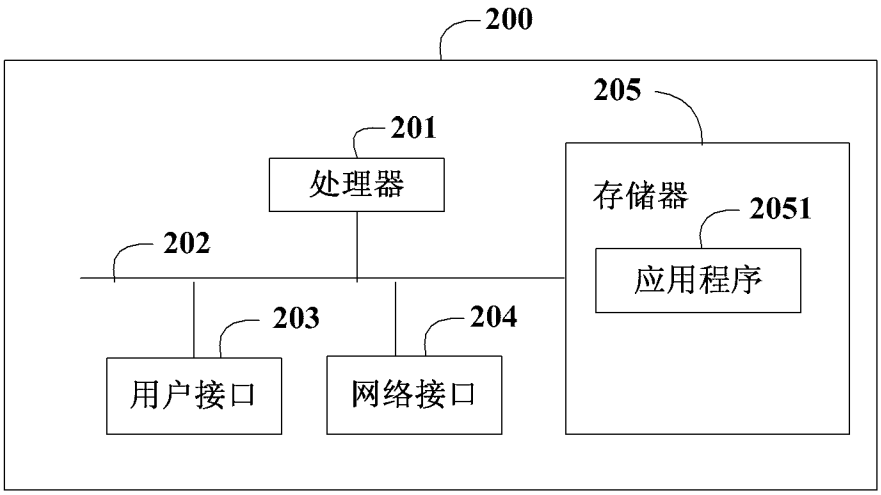


图 2

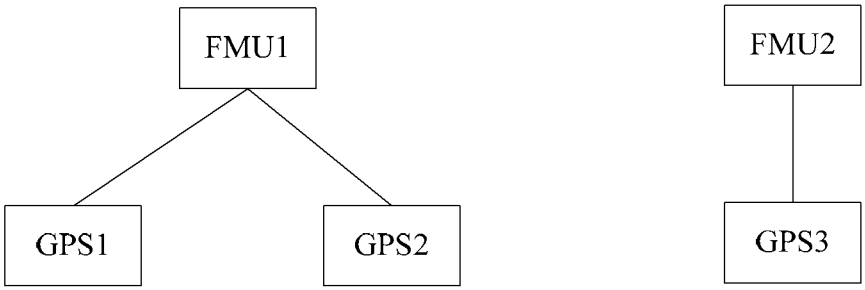

FMU1
FMU2
GPS1
GPS2
GPS3

图 3a

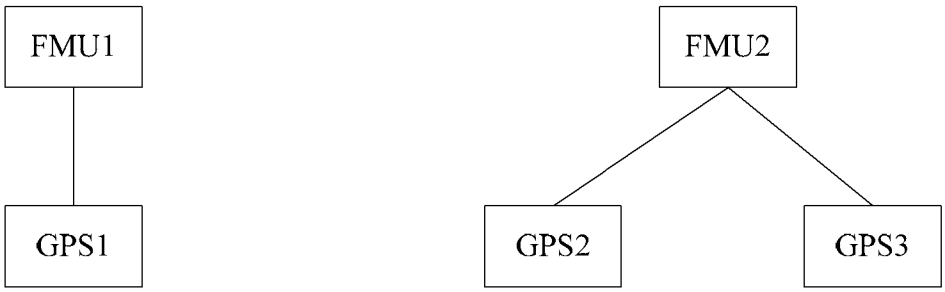

FMU1
FMU2
GPS1
GPS2
GPS3

图 3b

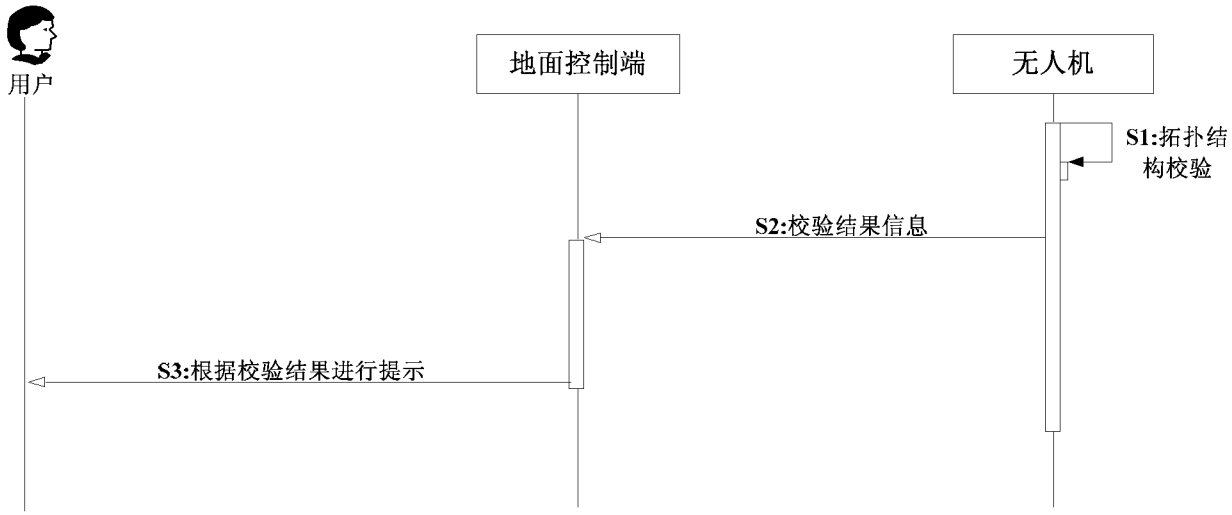

用户
地面控制端
无人机
S1:拓扑结构校验
S2:校验结果信息
S3:根据校验结果进行提示

图 4

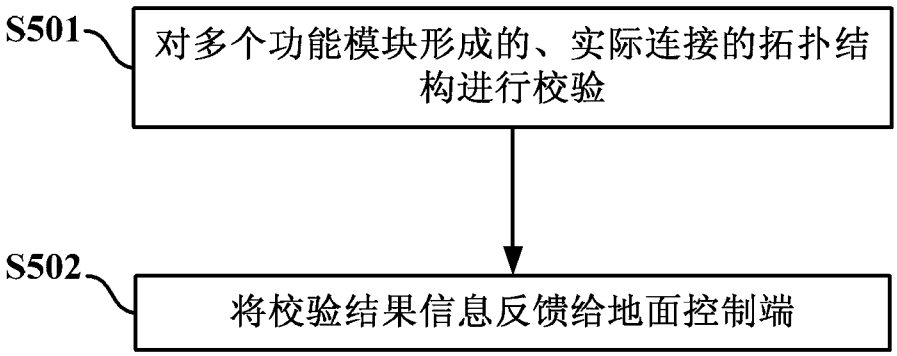

S501
对多个功能模块形成的、实际连接的拓扑结构进行校验
S502
将校验结果信息反馈给地面控制端

图 5

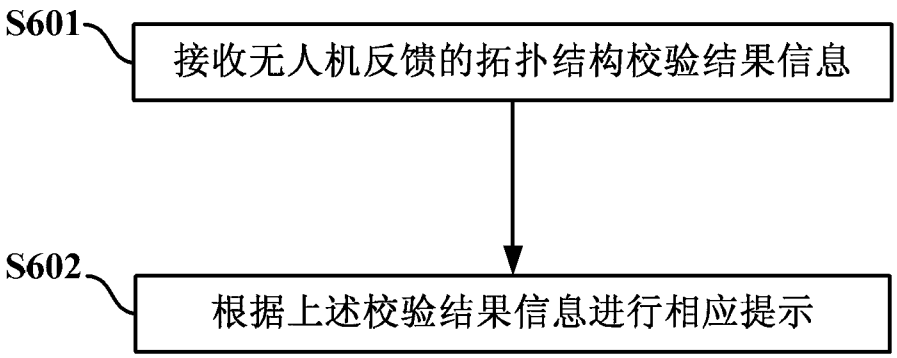

S601
接收无人机反馈的拓扑结构校验结果信息
S602
根据上述校验结果信息进行相应提示

图 6

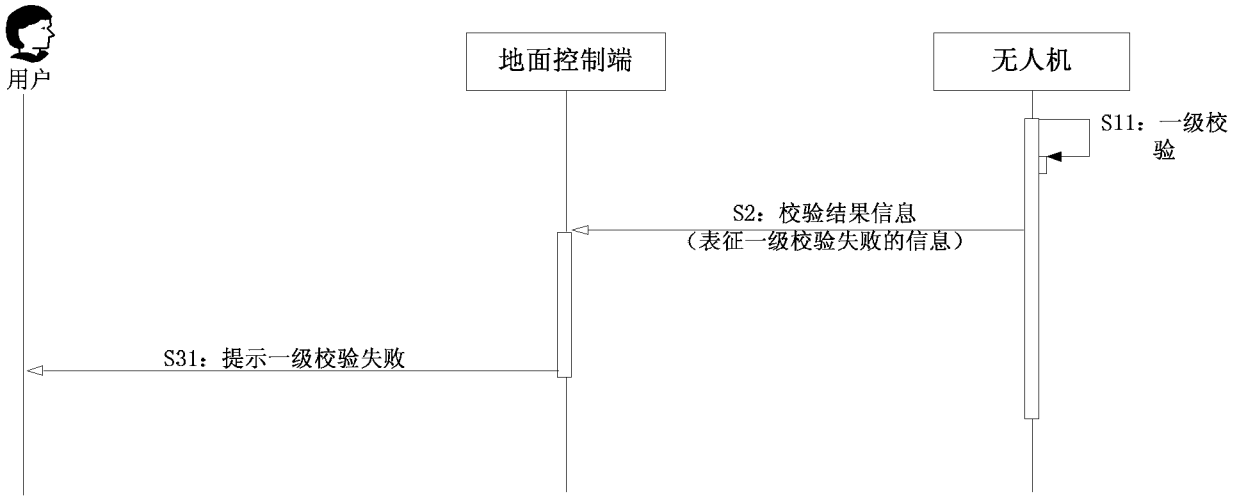

用户
地面控制端
无人机
S11：一级校验
S2：校验结果信息
（表征一级校验失败的信息）
S31：提示一级校验失败

图 7a

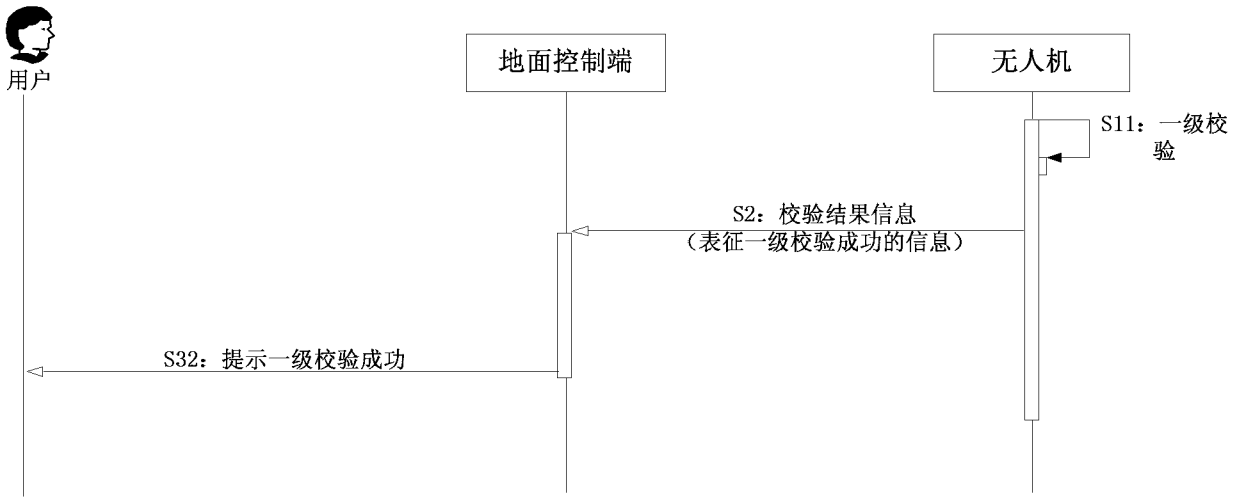

用户
地面控制端
无人机
S11：一级校验
S2：校验结果信息
（表征一级校验成功的信息）
S32：提示一级校验成功

图 7b

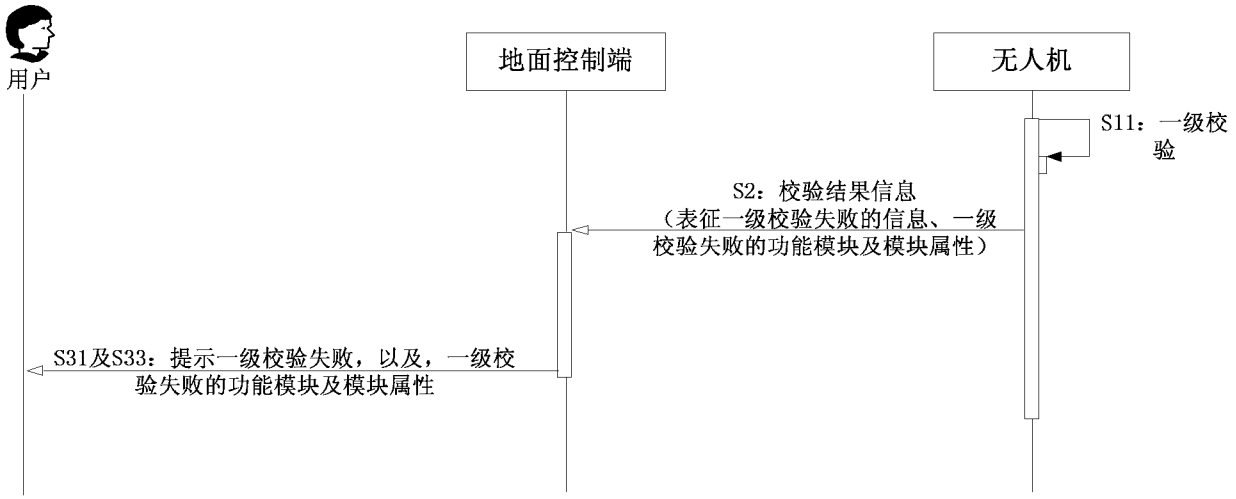

用户
地面控制端
无人机
S11：一级校验
S2：校验结果信息
（表征一级校验失败的信息、一级校验失败的功能模块及模块属性）
S31及S33：提示一级校验失败，以及，一级校验失败的功能模块及模块属性

图 7c

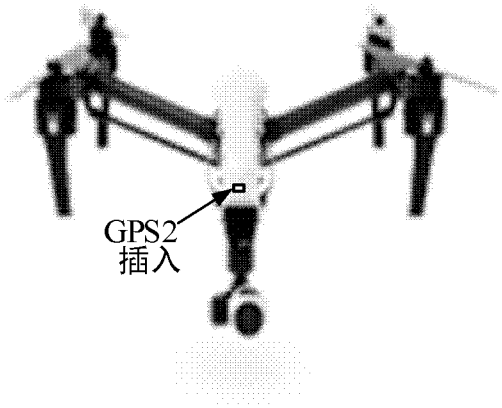

GPS2
插入

图 7d

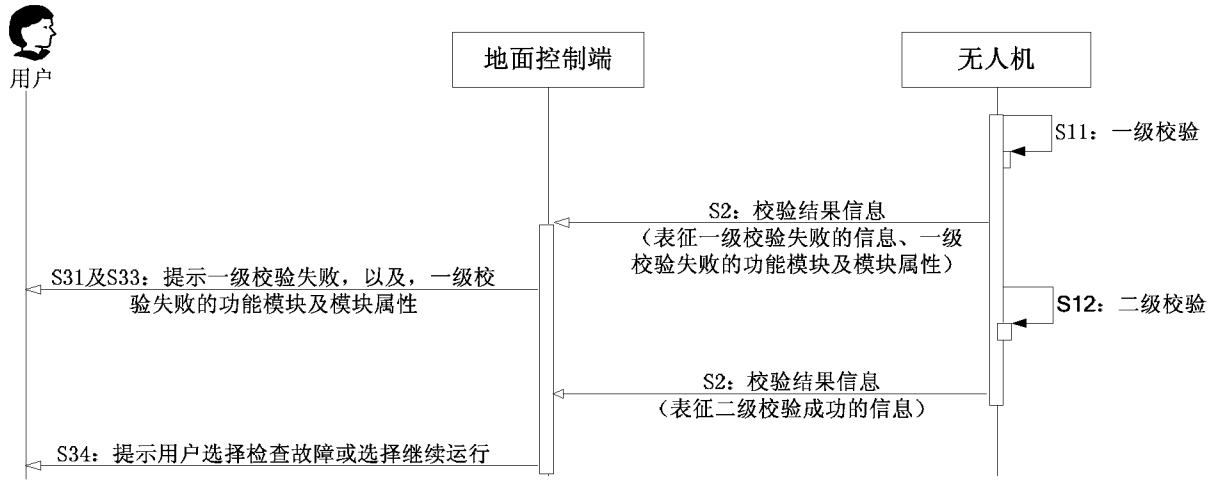

用户
地面控制端
无人机
S11：一级校验
S2：校验结果信息
（表征一级校验失败的信息、一级校验失败的功能模块及模块属性）
S31及S33：提示一级校验失败，以及，一级校验失败的功能模块及模块属性
S12：二级校验
S2：校验结果信息
（表征二级校验成功的信息）
S34：提示用户选择检查故障或选择继续运行

图 8a

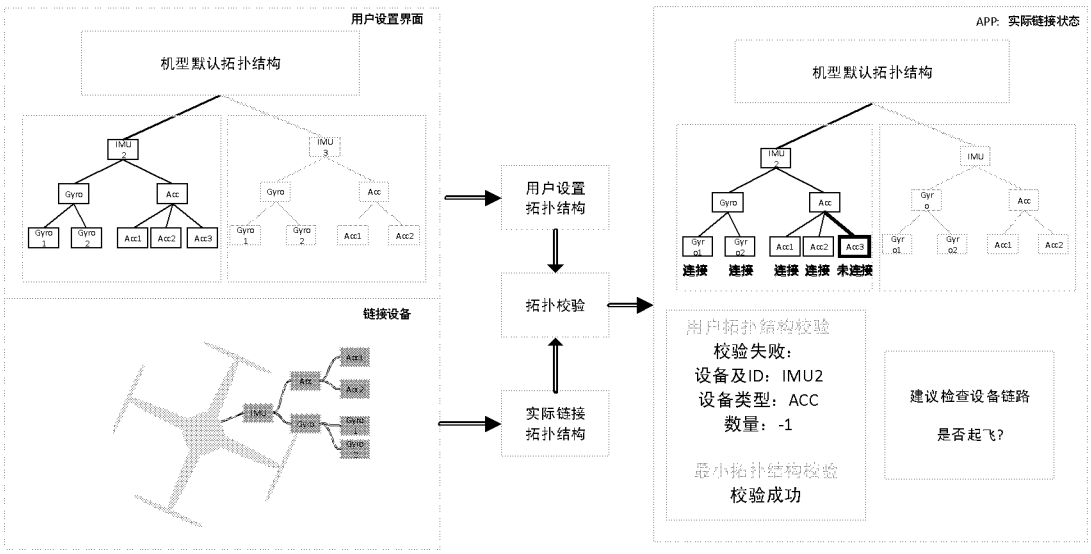

用户设置界面
机型默认拓扑结构
链接设备
用户设置拓扑结构
拓扑校验
实际链接拓扑结构
APP：实际链接状态
机型默认拓扑结构
连接
连接
连接
连接
未连接
用户拓扑结构校验
校验失败：
设备及ID：IMU2
设备类型：ACC
数量：-1
最小拓扑结构校验
校验成功
建议检查设备链路
是否起飞？

图 8b

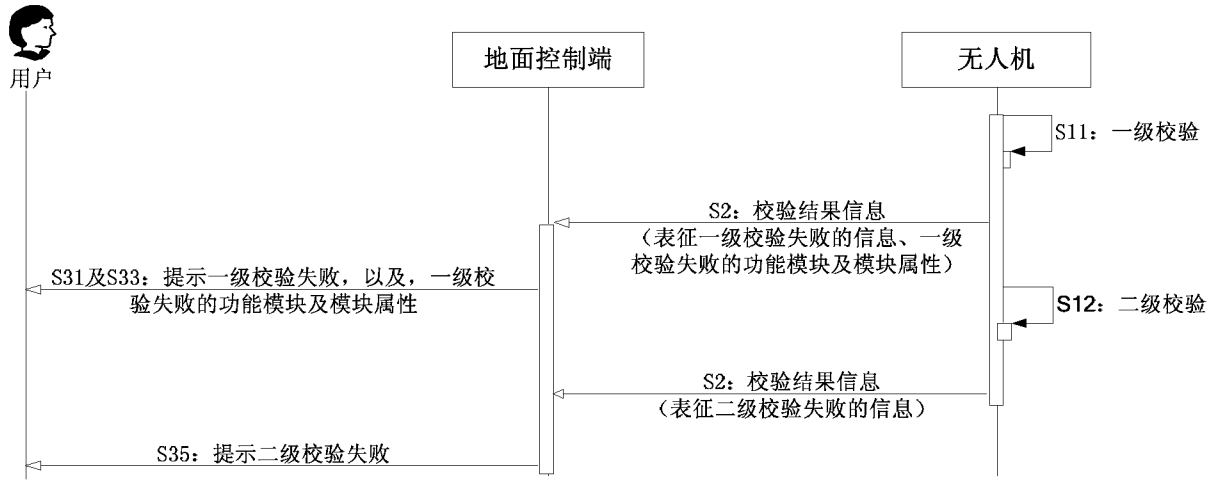

用户
地面控制端
无人机
S11：一级校验
S2：校验结果信息
（表征一级校验失败的信息、一级校验失败的功能模块及模块属性）
S31及S33：提示一级校验失败，以及，一级校验失败的功能模块及模块属性
S12：二级校验
S2：校验结果信息
（表征二级校验失败的信息）
S35：提示二级校验失败

图 8c

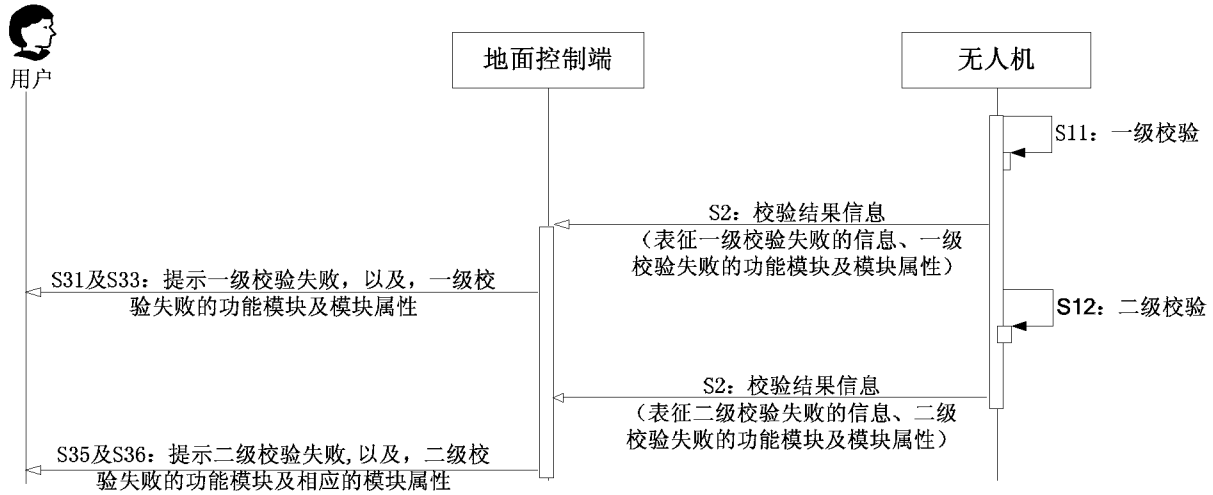

用户
地面控制端
无人机
S11：一级校验
S2：校验结果信息
（表征一级校验失败的信息、一级校验失败的功能模块及模块属性）
S31及S33：提示一级校验失败，以及，一级校验失败的功能模块及模块属性
S12：二级校验
S2：校验结果信息
（表征二级校验失败的信息、二级校验失败的功能模块及模块属性）
S35及S36：提示二级校验失败,以及，二级校验失败的功能模块及相应的模块属性

图 8d

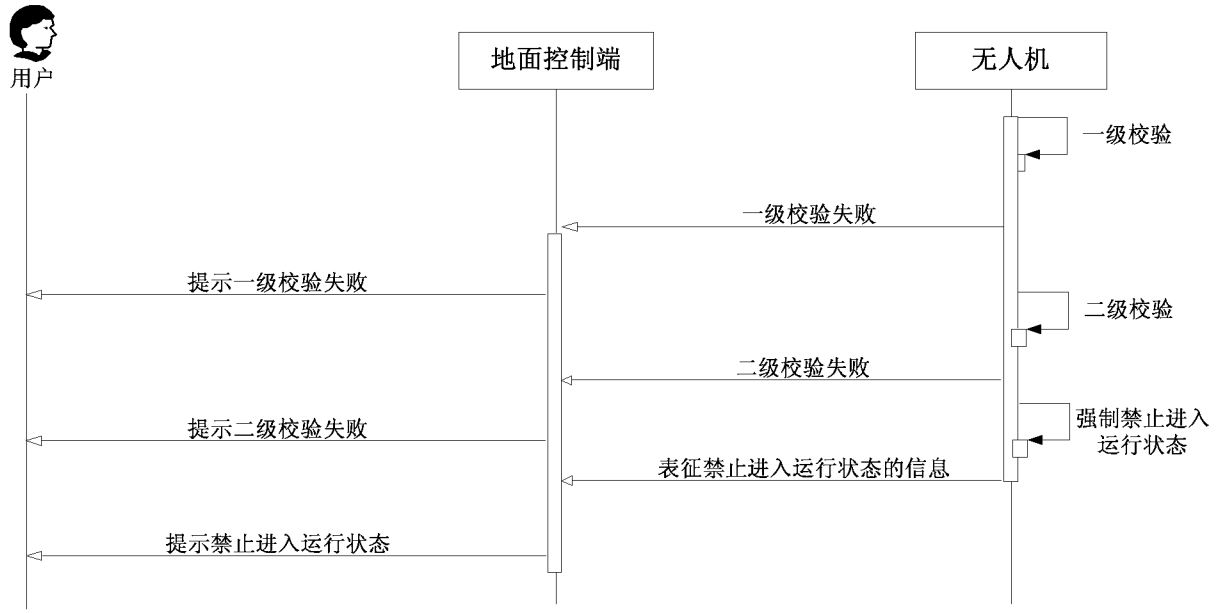

用户
地面控制端
无人机
一级校验
一级校验失败
提示一级校验失败
二级校验
二级校验失败
强制禁止进入
运行状态
提示二级校验失败
表征禁止进入运行状态的信息
提示禁止进入运行状态

图 8e

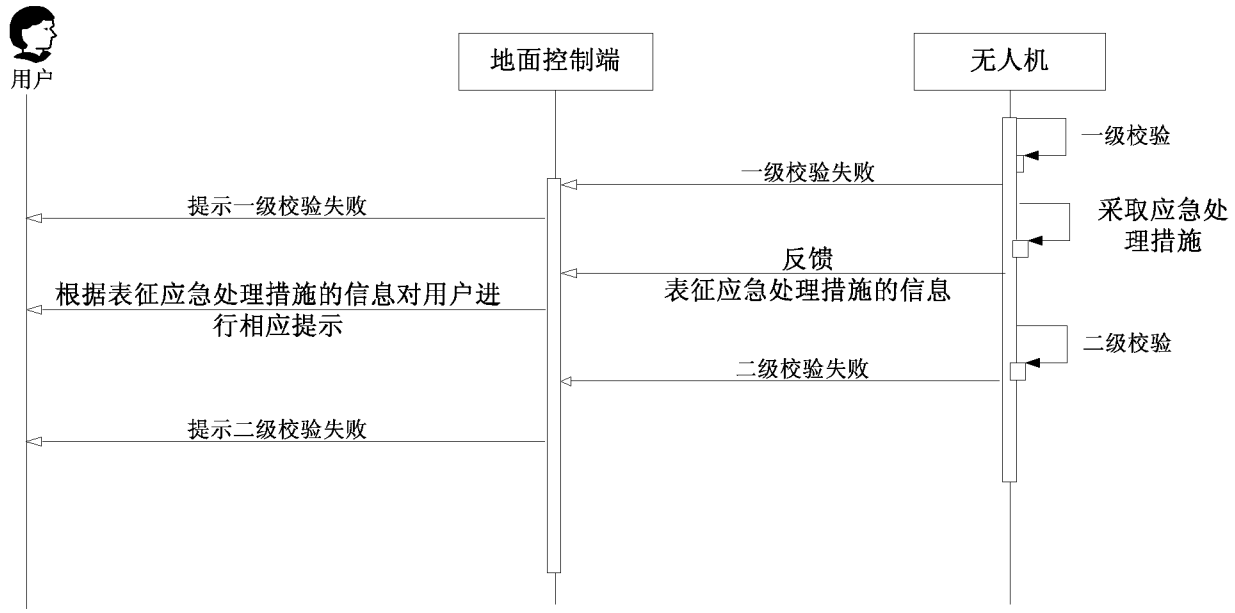

用户
地面控制端
无人机
一级校验
一级校验失败
提示一级校验失败
采取应急处
理措施
反馈
表征应急处理措施的信息
根据表征应急处理措施的信息对用户进
行相应提示
二级校验
二级校验失败
提示二级校验失败

图 9a

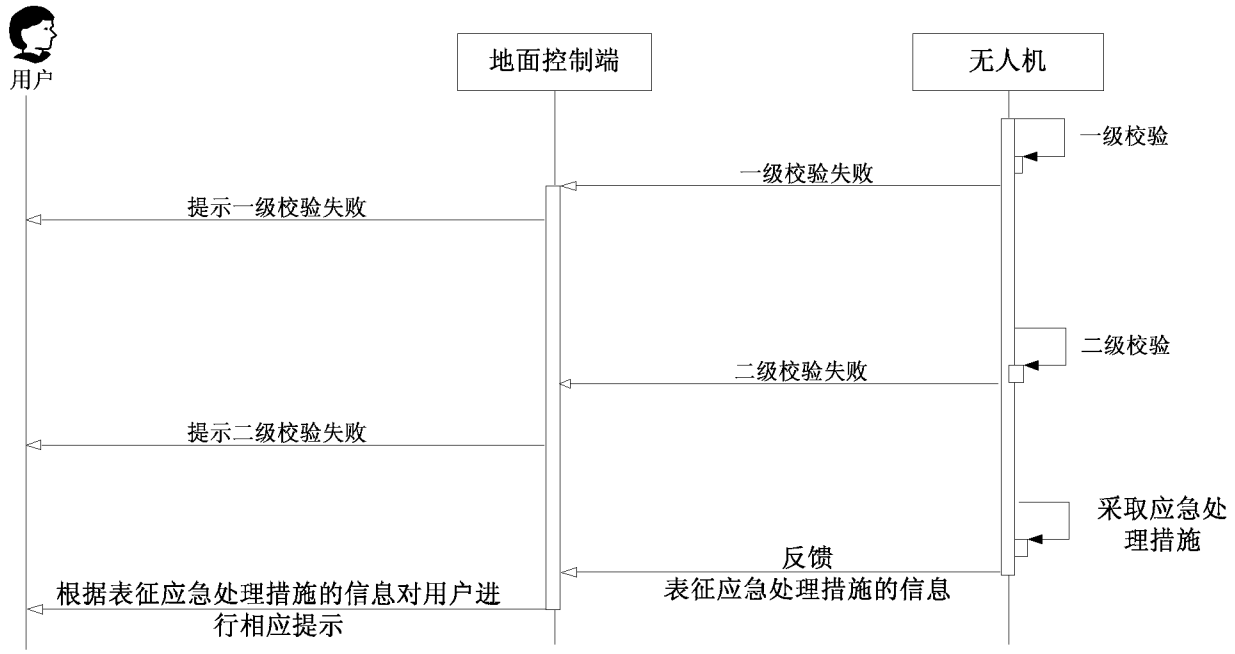

用户
地面控制端
无人机
一级校验
一级校验失败
提示一级校验失败
二级校验
二级校验失败
提示二级校验失败
采取应急处理措施
反馈
表征应急处理措施的信息
根据表征应急处理措施的信息对用户进行相应提示

图 9b

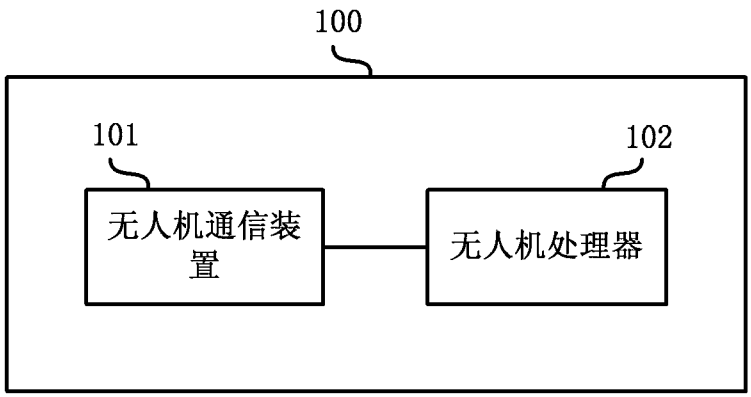

100
101
102
无人机通信装置
无人机处理器

图 10

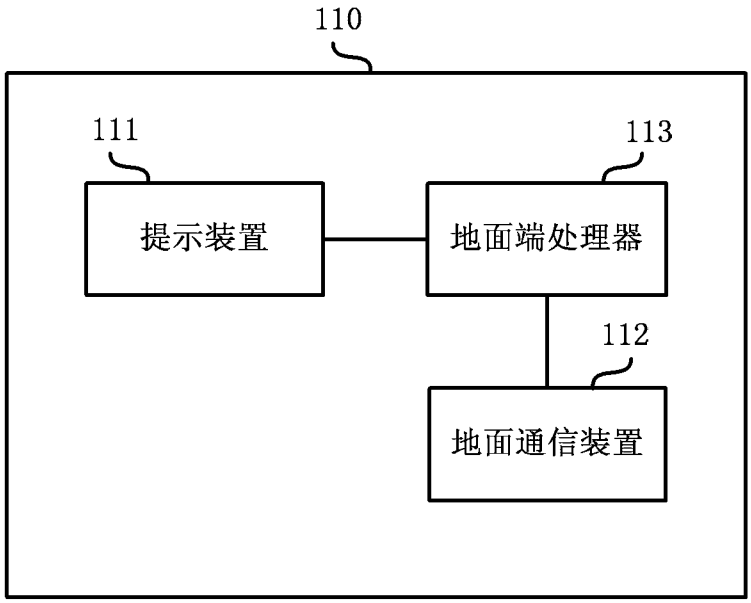

110
111
113
提示装置
地面端处理器
112
地面通信装置

图 11

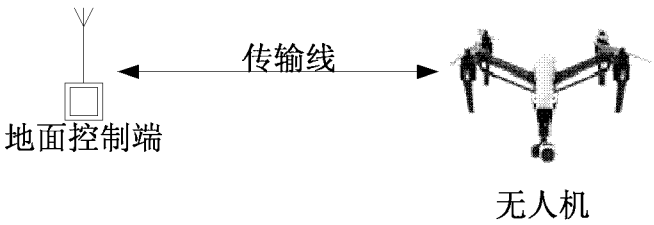

传输线
地面控制端
无人机

图 12

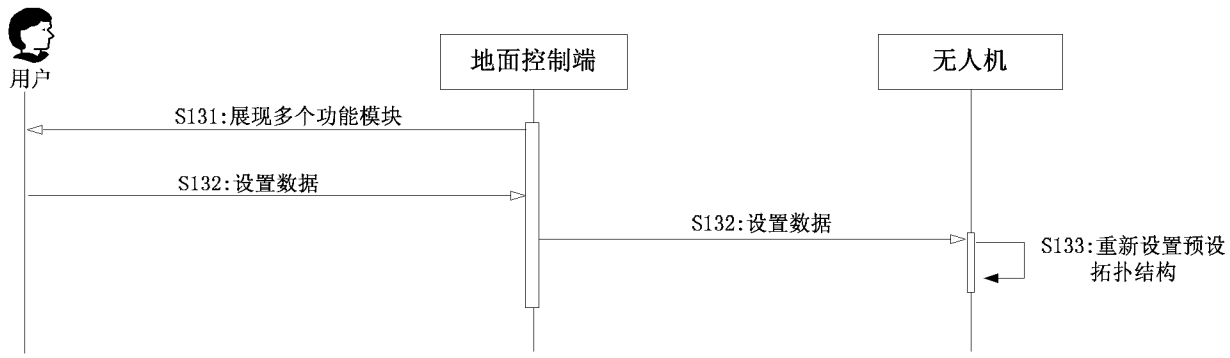

用户
地面控制端
无人机
S131:展现多个功能模块
S132:设置数据
S132:设置数据
S133:重新设置预设
拓扑结构

图 13

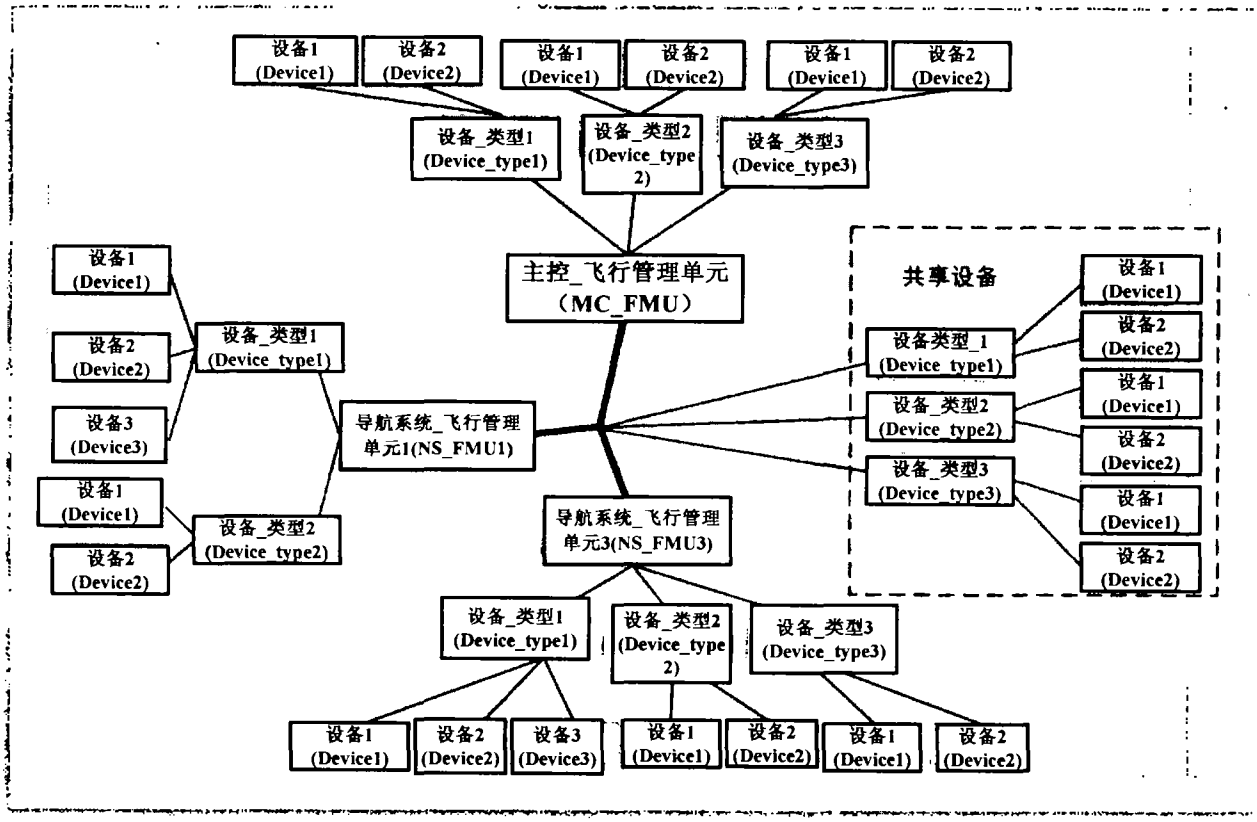

设备1 (Device1)
设备2 (Device2)
设备1 (Device1)
设备2 (Device2)
设备1 (Device1)
设备2 (Device2)
设备_类型1 (Device_type1)
设备_类型2 (Device_type 2)
设备_类型3 (Device_type3)
主控_飞行管理单元 (MC_FMU)
共享设备
设备1 (Device1)
设备2 (Device2)
设备_类型1 (Device_type1)
设备3 (Device3)
导航系统_飞行管理单元1(NS_FMU1)
设备类型_1 (Device_type1)
设备_类型2 (Device_type2)
设备_类型3 (Device_type3)
设备1 (Device1)
设备2 (Device2)
设备_类型2 (Device_type2)
导航系统_飞行管理单元3(NS_FMU3)
设备_类型1 (Device_type1)
设备_类型2 (Device_type 2)
设备_类型3 (Device_type3)
设备1 (Device1)
设备2 (Device2)
设备3 (Device3)
设备1 (Device1)
设备2 (Device2)
设备1 (Device1)
设备2 (Device2)

图 14

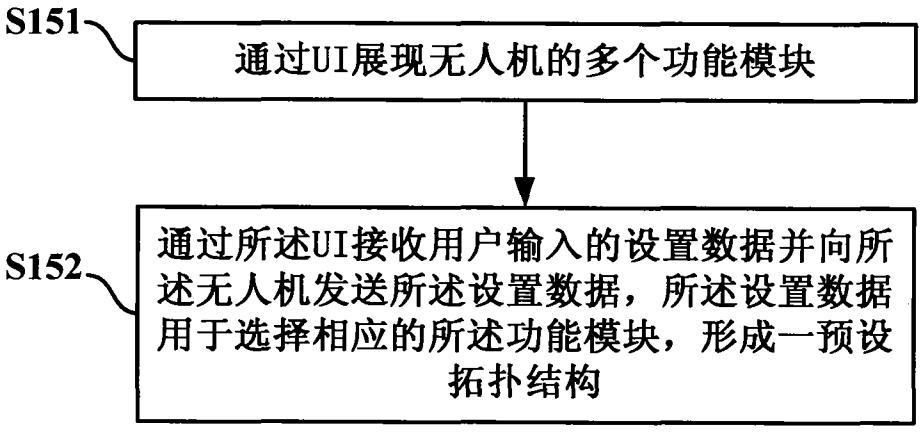

S151
通过UI展现无人机的多个功能模块
S152
通过所述UI接收用户输入的设置数据并向所述无人机发送所述设置数据，所述设置数据用于选择相应的所述功能模块，形成一预设拓扑结构

图 15

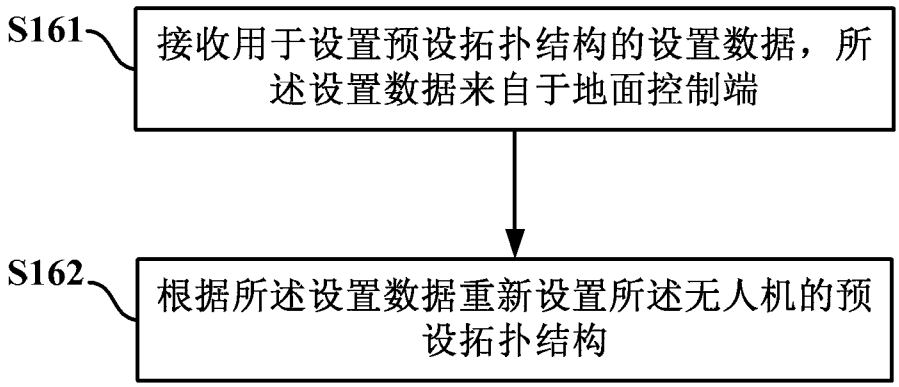

S161
接收用于设置预设拓扑结构的设置数据，所述设置数据来自于地面控制端
S162
根据所述设置数据重新设置所述无人机的预设拓扑结构

图 16

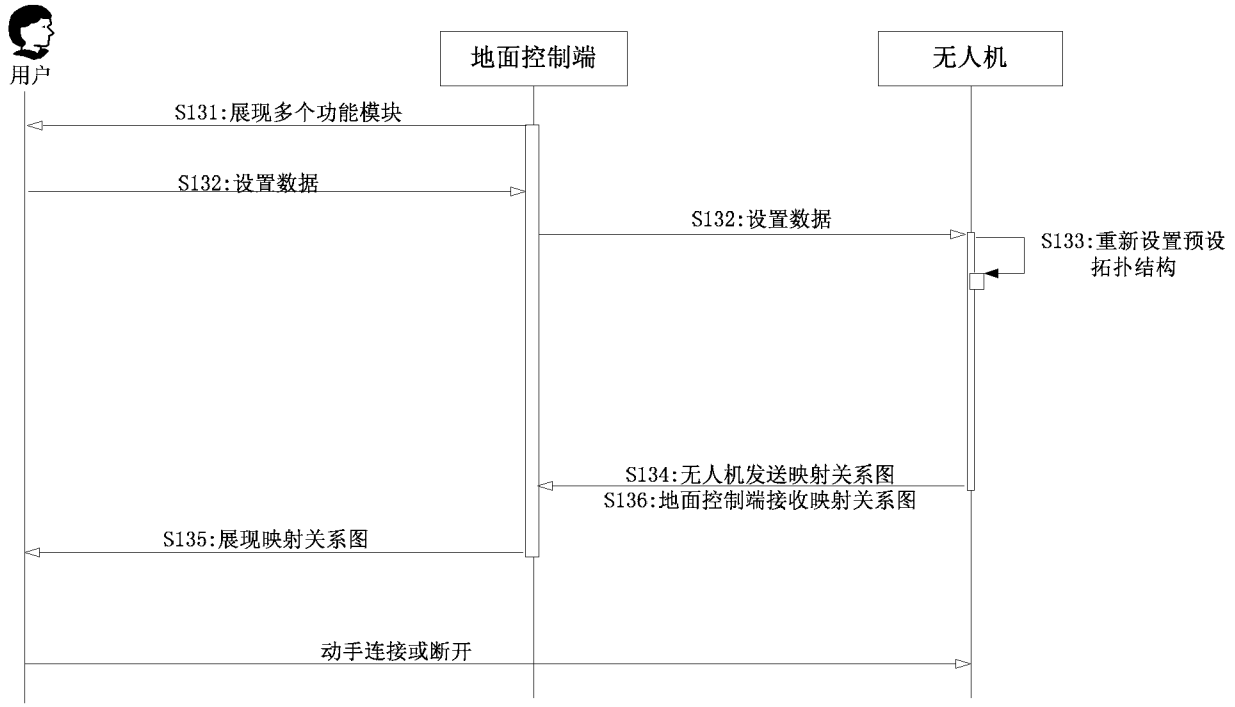

用户
地面控制端
无人机
S131:展现多个功能模块
S132:设置数据
S132:设置数据
S133:重新设置预设拓扑结构
S134:无人机发送映射关系图
S136:地面控制端接收映射关系图
S135:展现映射关系图
动手连接或断开

图 17

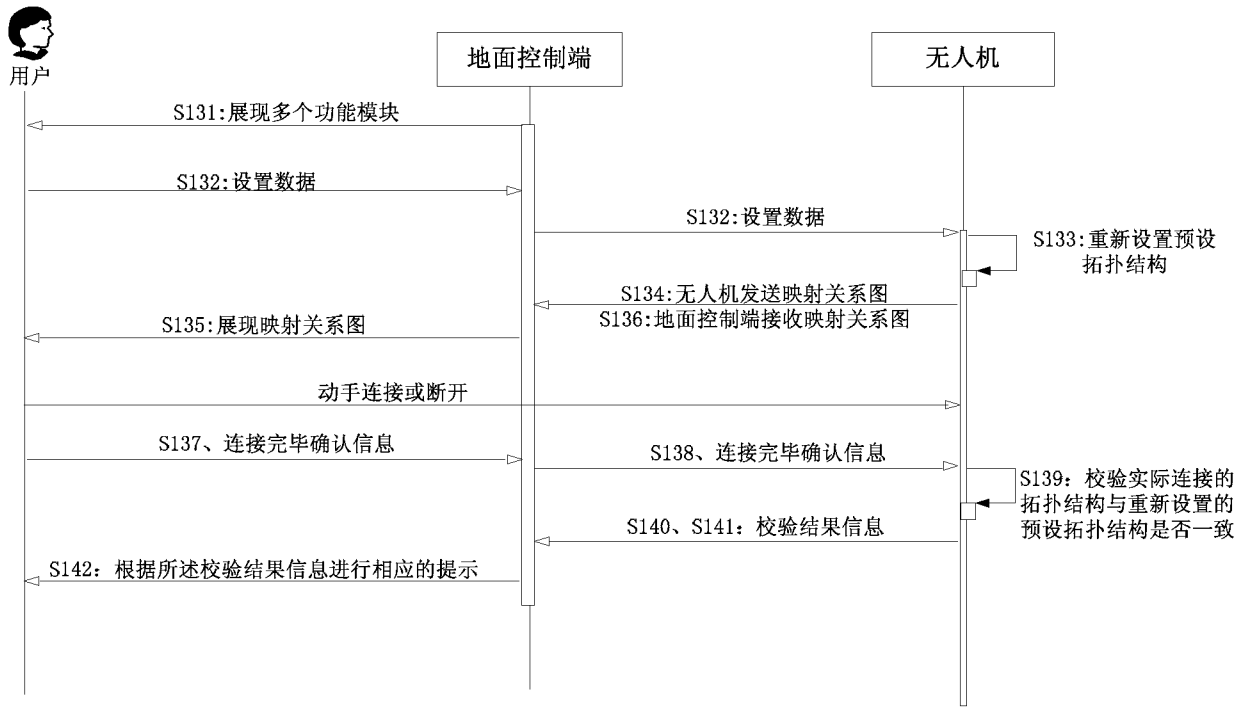

用户
地面控制端
无人机
S131:展现多个功能模块
S132:设置数据
S132:设置数据
S133:重新设置预设拓扑结构
S134:无人机发送映射关系图
S136:地面控制端接收映射关系图
S135:展现映射关系图
动手连接或断开
S137、连接完毕确认信息
S138、连接完毕确认信息
S139：校验实际连接的拓扑结构与重新设置的预设拓扑结构是否一致
S140、S141：校验结果信息
S142：根据所述校验结果信息进行相应的提示

图 18

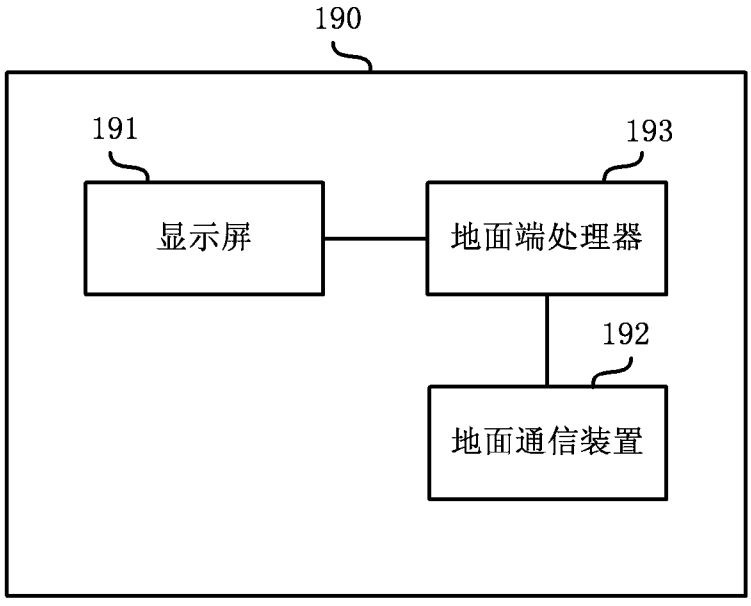

190
191
193
显示屏
地面端处理器
192
地面通信装置

图 19

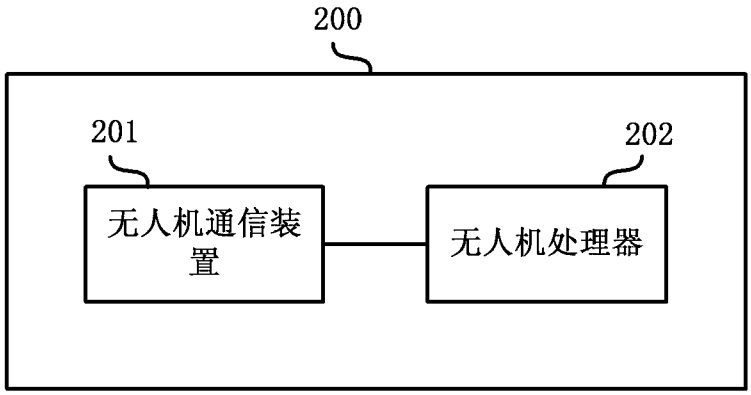


图 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/095189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/10 (2006.01) i; G08G 9/00 (2006.01) i; H04L 12/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05D; G08G; H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNTXT, CNKI: aerial robotics, telemetering, model airplane, networking, function module, calibration, friendly, human-computer interface, UAV, unmannede aerial vehicle, plane, aeroplane, airplane, aircraft, aerocraft, helicopter, remote control, topology, topological, geometry, geometric, node, fuction, module, block, structure, verify, check out, feedback, ground, interactivity, user friendiness, UI, user interface

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103809600 A (BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS), 21 May 2014 (21.05.2014), description, paragraphs [0002]-[0079], and figures 1-5	1-95
A	CN 101382968 A (BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS), 11 March 2009 (11.03.2009), the whole document	1-95
A	CN 104932529 A (BEIJING CASRS INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.), 23 September 2015 (23.09.2015), the whole document	1-95
A	CN 103941747 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 23 July 2014 (23.07.2014), the whole document	1-95
A	US 5541863 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP.), 30 July 1996 (30.07.1996), the whole document	1-95
A	US 8332504 B2 (LING, C. et al.), 11 December 2012 (11.12.2012), the whole document	1-95

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 August 2016 (15.08.2016)	**26 August 2016 (26.08.2016)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **SUN, Xiaolei** Telephone No.: (86-10) **62085810**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/095189

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103809600 A	21 May 2014	None	
CN 101382968 A	11 March 2009	CN 101382968 B	03 November 2010
CN 104932529 A	23 September 2015	None	
CN 103941747 A	23 July 2014	None	
US 5541863 A	30 July 1996	None	
US 8332504 B2	11 December 2012	US 2013073698 A1	21 March 2013
		US 8589521 B2	19 November 2013
		US 2008155513 A1	26 June 2008

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2015/095189

A. 主题的分类

G05D 1/10(2006.01)i; G08G 9/00(2006.01)i; H04L 12/26(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G05D; G08G; H04L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS, VEN, CNTXT, CNKI: 无人机, 飞行器, 飞机, 直升机, 空中机器人, 遥控, 遥测, 航模, 拓扑, 几何, 节点, 组网, 功能模块, 结构, 构造, 校验, 检验, 校准, 验证, 核实, 校正, 反馈, 地面, 交互, 友好, 人机界面, 人机接口, UAV, unmannede aerial vehicle, plane, aeroplane, airplane, aircraft, aerocraft, helicopter, remote control, topology, topological, geometry, geometric, node, fuction, module, block, structure, verify, check out, feedback, ground, interactivity, user friendiness, UI, user interface

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103809600 A (北京航空航天大学) 2014年 5月 21日 (2014-05-21) 说明书第[0002]-[0079]段、图1-5	1-95
A	CN 101382968 A (北京航空航天大学) 2009年 3月 11日 (2009-03-11) 全文	1-95
A	CN 104932529 A (北京中科遥数信息技术有限公司) 2015年 9月 23日 (2015-09-23) 全文	1-95
A	CN 103941747 A (清华大学) 2014年 7月 23日 (2014-07-23) 全文	1-95
A	US 5541863 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 1996年 7月 30日 (1996-07-30) 全文	1-95
A	US 8332504 B2 (LING CALVIN等) 2012年 12月 11日 (2012-12-11) 全文	1-95

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2016年 8月 15日	2016年 8月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	孙小蕾
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62085810

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/095189

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103809600	A	2014年 5月 21日		无		
CN	101382968	A	2009年 3月 11日	CN	101382968	B	2010年 11月 3日
CN	104932529	A	2015年 9月 23日		无		
CN	103941747	A	2014年 7月 23日		无		
US	5541863	A	1996年 7月 30日		无		
US	8332504	B2	2012年 12月 11日	US	2013073698	A1	2013年 3月 21日
				US	8589521	B2	2013年 11月 19日
				US	2008155513	A1	2008年 6月 26日