

# BANS 單機控制系統部署手冊

(公開文件)

賓鑫智能科技股份有限公司

更新日期：2020 年 10 月 26 日

## 溫馨提示

產品使用前, 務必請仔細閱讀產品說明書。

## 目錄

1. Bito-IPC 軟體安裝.....	2
2. BANS 初始配置.....	2
3. 底層適配及車輛配置.....	2
4. 機器人標定.....	2
4.1 雷達外參標定.....	2
4.2 運動模型標定.....	2
4.3 相機標定.....	3
5. 避障設置.....	3
6. SLAM 建圖.....	3
7. BFMS 任務創建與派發.....	3
8. 其他說明.....	4
附錄一：BFMS 與多台 BANS 網路配置說明.....	4
1. 初次部署.....	4
1.1 /etc/hosts.....	4
1.2 路由表.....	4
1.3 啟用 IP forwarding 和 multicasting.....	6
1.4 檢查環境變數.....	7
1.5 檢查單機和 BFMS 的 ip 地址和 name 配置.....	7
1.6 檢查 multi-master 相關節點是否運行.....	7
附錄二：SLAM 地圖構建.....	7
1. 環境勘測，制定建圖路線.....	7
2. 檢查機器人.....	8
3. 開始建圖.....	8
4. 地圖後處理.....	9

## 1. BITO-IPC 軟體安裝

請參考《BANS 單機控制系統軟體安裝手冊\_v1.0(YG\_1.2)》確保裝機完成後執行後續部署流程。

## 2. BANS 初始配置

裝機完成後需要對 BANS 進行初始配置，BANS 單機控制系統進行初始化網路，車輛模型，車輛介面，網路介面等配置的引導介面，具體操作步驟請參考《BANS 單機控制系統產品手冊\_v1.8(YG\_1.2)》第三章進行配置，配置完成後請重啟 IPC。

BANS 連接上路由器後，請移除路由器下無關設備，確保該路由器下僅有使用的機器人及調度系統連接。BANS 連接路由器，推薦使用 WIFI 5G 頻段以降低干擾，並選擇周圍使用較少的通道，如果同時使用多台 BANS 及多機調度系統，推薦使用大功率 AP。網路部署問題可聯繫賓通 FAE 工程師，獲取專業評估及技術支援。

## 3. 底層適配及車輛配置

BANS1.2.0 官方適配車型為卓一 AEE120 車型，該車型已完成底層適配，可直接在 BANS 的 WEB 介面進行車輛配置，如果客戶使用非卓一 AEE120 車型，需要由賓通 FAE 進行底層適配後根據《BANS 單機控制系統產品手冊\_v1.8(YG\_1.2)》進行配置。

車輛配置請參考《BANS 單機控制系統產品手冊\_v1.8(YG\_1.2)》第四章第二節設置下，完成 4.2.1 節電池設置，4.2.4 控制參數，4.2.5 感測器設置，4.2.8 避障設置，4.2.9 外設設置，等車輛配置，配置完成後請重啟 IPC。

## 4. 機器人標定

### 4.1 雷達外參標定

首次使用此機器人，使用者根據《BANS 單機控制系統產品手冊\_v1.8(YG\_1.2)》下 4.2.7 節進行雷達外參標定設置，先輸入一套初始外參，點擊保存後，不要開始標定，先按照本手冊第六章 slam 建圖，需要先建一張臨時地圖供標定使用。等雷達外參標定完成後，得到精確的外參值，再執行運動模型標定及相機外參標定。（標定設置前請務已經完成 4.2.5 節感測器設置）。

### 4.2 運動模型標定

完成雷達外參標定後，需要繼續進行運動模型標定，使用者根據《BANS 單機控制系統產品手冊\_v1.8(YG\_1.2)》下 4.2.7 節進行運動模型標定，運動模型標定完成後，可根據介面提示進行結果校驗，如果結果校驗不通過需要確認雷達外參後重新進行標定。

如果多次標定仍無法通過結果校驗，使用者可參考運動模型標定參考文檔手動標定圓心和里程計的旋轉的回饋。

### 4.3 相機標定

如果車輛選配二維碼伺服功能，使用者可根據《BANS 單機控制系統產品手冊\_v1.8(YG\_1.2)》下 4.2.7 節進行相機內參外參標定。

BANS 1.2.0 官方適配車型為卓一 AEE120 車型，該車型可通過 BANS 的 WEB 介面進行自動標定。如果客戶使用非卓一 AEE120 車型，具體標定方法請參考雷達標定指導文檔，運動模型標定指導文檔，相機標定指導文檔，進行標定操作，標定完成後請重啟 IPC。

## 5. 避障設置

避障雷達佈置及使用，避障方案的設計對不同場景存在較大差異，避障方案為單機重大安全事項，避障設置請經過賓通 FAE 工程師專業培訓後，參考《部署文檔：避障感測器配置\_v1.0》進行配置。

## 6. SLAM 建圖

完成機器人標定後，需要對使用場景進行地圖掃描與建立的操作，建圖完成後導入 BANS 系統才能讓車輛在地圖上進行導航定位，完成作業任務。

SLAM 建圖請參考本手冊《附錄二：SLAM 地圖構建》進行建圖。建圖完成後可在 BANS 地圖管理查看本地地圖，選擇所需的地圖點擊載入地圖按鈕，進行載入。地圖管理請參考《BANS 單機控制系統產品手冊\_v1.8(YG\_1.2)》4.2.1 節地圖管理。

請務必使用地圖管理介面載入地圖，不要直接操作檔及資料夾，防止因為 PCD，PNG 及 TXT 檔錯亂造成機器人無法運行。

如果 SLAM 節點無法啟動，可能造成地圖管理模組無法使用，原因為 `yugong/data/map/global_cloud_map/` 下沒有默認地圖，使用者可以手動拷貝一張地圖至該資料夾，命名為 `global_cloud_map.pcd`，預設地圖需要區分 2D 與 3D，請確保與導航雷達類型一致。

## 7. BFMS 任務創建與派發

機器人完成建圖定位後，單機的操作已經完成，如果希望對單機進行任務創建及派發，需要在 BFMS 端進行操作。具體操作流程請經過賓通 FAE 工程師專業培訓後，參考《賓通整體調度執行系統 (BFMS2.2)\_產品手冊\_產品使用說明書》進行路網設計及編輯，機器人上線及任務派發。

為確保 BFMS 多機調度系統能夠與多台 BANS 穩定通訊，初次部署時，需要檢查：`/etc/hosts`，在 `/etc/hosts` 中，添加 ip 位址和 `hostname`，中間用 `tab` 自動補全。需在所有的 BFMS 多機調度系統和 BANS 單機系統上配置所有其他的設備，如 BFMS 上需要配置所

有的 BANS 的 IP，每台 BANS 上需要配置 BFMS 及其他所有的 BANS 的 IP。具體配置方法請參考《附錄一：BFMS 與多台 BANS 網路配置說明》。

## 8. 其他說明

車輛網路配置必須通過 BANS 的 WEB 介面進行配置。部署完成後，務必刪除多餘的網路連接，只保留一個有效的工作網路，避免因為保存多個網路，造成網路跳轉。

## 附錄一：BFMS 與多台 BANS 網路配置說明

### 1. 初次部署

初次部署一個新場景時，需要檢查：

#### 1.1 /ETC/HOSTS

在 `/etc/hosts` 中，添加 ip 位址和 `hostname`，中間用 `tab` 自動補全。需在所有的 BFMS 多機調度系統和 BANS 單機系統上配置所有其他的設備，如 BFMS 上需要配置所有的 BANS 的 IP，每台 BANS 上需要配置 BFMS 及其他所有的 BANS 的 IP。

#### 1.2 路由表

打開命令列輸入

```
# route -n 檢測配置是否生效
```

```
hx00a00020031213000n00 : ~ $ route -n
```

```
Kernel IP routing table
```

Destination Iface	Gateway	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use
0.0.0.0	10.20.203.1	0.0.0.0	UG	0	0	0
enp0s31f6						
10.20.203.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0
enp0s31f6						
169.254.0.0	0.0.0.0	255.255.0.0	U	1000	0	0
enxb42e993a264b						
172.17.0.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0
docker0						



```
172.18.0.0      0.0.0.0      255.255.0.0   U    0    0    0
br-90f13a8cb684

172.19.0.0      0.0.0.0      255.255.0.0   U    0    0    0
br-05302b5ee1fd

192.168.3.0     0.0.0.0     255.255.255.0 U    0    0    0
enxb42e993a264b

192.168.3.248   0.0.0.0     255.255.255.255 UH   0    0    0
enxb42e993a264b

192.168.3.249   0.0.0.0     255.255.255.255 UH   0    0    0
enxb42e993a264b

224.0.0.0       0.0.0.0     224.0.0.0     U    0    0    0
enp0s31f6
```

若可以看到設備間通信的網卡有 224.0.0.0 的路由資訊，說明正常，若沒有看到，則需要在命令列中輸入

```
sudo route add -net 224.0.0.0 netmask 224.0.0.0 eth0 # 將最後的 eth0 替換成對應的網卡名稱
```

```
route -n # 檢測配置是否生效
```

為了使得重啟後依然有效，需要修改網路設定檔：

```
sudo vim /etc/network/interfaces
```

#在對應的網卡，例如 eth0 下面添加

```
#up route add -net 224.0.0.0 netmask 224.0.0.0 eth0 # 將 eth0 替換成對應的網卡名稱
```

**#例子 1:** dhcp

```
auto enp0s31f6
```

```
iface enp0s31f6 inet dhcp
```

```
    dns-nameservers 8.8.8.8
```





```
up route add -net 224.0.0.0 netmask 224.0.0.0 enp0s31f6
```

### #例子 2: 固定 IP

```
auto enp0s31f6

iface enp0s31f6 inet static

    address 192.168.3.100

    netmask 255.255.255.0

    gateway 192.168.3.1

up route add -host 192.168.3.249/32 dev enp0s31f6

down route del -host 192.168.3.249 dev enp0s31f6

up route add -net 224.0.0.0 netmask 224.0.0.0 enp0s31f6
```

# 保存退出，重啟 IPC

再次開機後，打開命令列，查看是否依然有效。

```
route -n # 檢測配置是否生效
```

---

### 1.3 啟用 IP FORWARDING 和 MULTICASTING

([http://wiki.ros.org/multimaster\\_fkie/Tutorials/Setup%20a%20ROS%20master%20synchronization#Enable\\_the\\_network\\_settings](http://wiki.ros.org/multimaster_fkie/Tutorials/Setup%20a%20ROS%20master%20synchronization#Enable_the_network_settings))

We will need to make sure two settings are working: IP forwarding and multicasting should be enabled. We can check if IP forwarding is enabled by executing the following command in a console on both hosts:

```
cat /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

If this command returns 1 then IP forwarding is enabled. If it is not you can temporarily enable it using:

```
sudo sh -c "echo 1 >/proc/sys/net/ipv4/ip_forward"
```

To find out whether multicasting is enabled you can execute the following

command:

```
cat /proc/sys/net/ipv4/icmp_echo_ignore_broadcasts
```

If this command returns 0 then multicasting is enabled. If it is not you can temporarily enable it using:

```
sudo sh -c "echo 0 >/proc/sys/net/ipv4/icmp_echo_ignore_broadcasts"
```

Now you can test the network setup utilizing the code from the first example on two machines. The nodes should be able to discover each other but a warning is expected: "Master discovered with not known hostname". You cannot yet send messages from one host to the other.

---

#### 1.4 檢查環境變數

在 Hanxin 和 Yugong 中的開機腳本以及 `~/.bashrc`，配置正確的環境變數

```
export HOSTNAME
```

```
export ROS_HOSTNAME=$HOSTNAME
```

---

#### 1.5 檢查單機和 BFMS 的 IP 位址和 NAME 配置

yg1.2: 由於這部分代碼還在更新中，沒有做到 web 中，目前需要手動配置。在 `yugong/param` 裡面的 `serverIP.txt` 裡面需要設置為 BFMS 的 ip 位址，`serverName.txt` 設置為 BFMS 的主機名稱。`manual_external_ip.txt` 設置為單機的 ip 位址。（否則 BFMS 上點擊單機序號時，是無法找到單機的主頁的）

---

#### 1.6 檢查 MULTI-MASTER 相關節點是否運行

`$ rosnode list | grep master #` 檢查是否存在 `master_discovery` 和 `master_sync` 相關節點。

按照以上步驟排查過後，確保在每台設備上調用 `/master_discovery/list_masters` 都可以看到網路中所有設備。並且單機發佈的 topic (`agent_task_feedback/bitto_as` 和 `agent_monitor/bitto_as`)，在 Hanxin 上都可以 echo 到。

---

## 附錄二：SLAM 地圖構建

### 1. 環境勘測，制定建圖路線

前提條件：

1. 開始建圖前，應首先根據機器人正常工作時的行走路線，對環境進行勘測。
2. 當現場環境變化仍較大時（比如來往行人和車輛較多或現場設備頻繁移位元），不適合進行建圖。

## 2. 檢查機器人

開始建圖時，確保感測器與運動底盤均已就緒：

1. 雷達水平度在 XX 以內。（參考附件 2d 雷達調平方法）
2. 雷達以 XX 頻率發佈
3. 底盤里程計以 50Hz 發佈
4. 如果使用 IMU，IMU 以 200Hz 發佈
5. 外參標定完畢。

## 3. 開始建圖

掃描地圖過程中注意事項：

1. 掃描的過程中，儘量保證環境簡潔，較少動態障礙物的干擾。
2. 儘量覆蓋機器人在工作時的所有路線，在所有工位元處，需要駕駛機器人進入工位元。
3. 掃描的起點視野內，環境最好比較工整，比如十米範圍內橫豎都有牆。
4. 多橫平豎直的規劃掃描軌跡，減少轉彎，轉彎過程要慢（ $<50^\circ /s$ ）。
5. 要將周圍環境掃描完全。對於 3d 雷達，雷達越低，照在地面的視野越小，掃描軌跡越密集。新友小車地面視野在三米左右，所以要間隔三米左右掃描環境。
6. 掃描過程中，以 0.5m/s~1m/s 的速度，平穩駕駛機器人，轉彎時慢慢轉，不要過大的加減速。（若使用 3D 雷達及 ipc，建圖時間請控制在 10 分鐘內）

若現場環境較大，建圖後 CPU 和記憶體高佔用，長時間無法完成計算，則嘗試以下四種方案：

### 方案 1：

1. 修改 MAPPING3D.LUA 參數：

```
TRAJECTORY_BUILDER_3D.submaps.num_range_data = 10000000
```

2. 殺死所有節點：

```
killall roslaunch
```

3. 啟動建圖命令：

```
roslaunch cartographer_ros mapping3d.launch
```

4. 啟動雷達：

```
roslaunch velodyne_pointcloud VLP16_points.launch
```

5. 啟動里程計：

請底層開發人員補充

## 6. 建完圖後，保存地圖

### 方案 2：

在方案 1 的基礎上，不修改第一步的參數

### 方案 3：

筆記本接 3D 雷達進行建圖：

#### 1. 技術人員，軟體部署

#### 2. 修改參數：

```
use_imu_data = false,
```

```
use_odometry = false,
```

```
TRAJECTORY_BUILDER_3D.kalman_local_trajectory_builder.is_use_last_pose =  
true
```

```
TRAJECTORY_BUILDER_3D.kalman_local_trajectory_builder.running_search_angle  
= 0.436
```

#### 3. 殺死所有節點：

```
killall roslaunch
```

#### 4. 啟動建圖命令：

```
roslaunch cartographer_ros mapping3d.launch
```

#### 5. 啟動雷達：

```
roslaunch velodyne_pointcloud VLP16_points.launch
```

## 6. 建完圖後，保存地圖

### 方案 4：

在方案 3 的基礎上，修改參數

```
TRAJECTORY_BUILDER_3D.submaps.num_range_data = 10000000
```

## 4. 地圖後處理

當現場非第一次建圖時，因為路網已經根據第一次的地圖繪製完成，因此希望後面新建的地圖可以和第一次建的地圖有同樣的原點座標。

1. 定位模式下，把車停在路網上一個點（物理上有明確標誌，車輛可以比較準確的停在該點）。

2. 讀取當前的定位位置：`roslaunch tf_echo map /ygxxx/base_footprint`

3. 根據車輛定位位置 `pose_1`，路網在該點理論位置（也就是想要的位置）`pose_2`，去計算 `transform: pose_1 - pose_2`

4. 然後 `call service` 去實現對應的平移變換。

```
rosservice call /ygxx/bitographer/map_transform "{tx: 0.0, ty: 0.0, tz: 0.0, rx: 0.0, ry: 0.0, rz: 0.0, trajectory_id: 0, submap_index: 0, map_name: ''}"
```

說明：

-tx, ty, tz 為平移量；rx, ry, rz 為旋轉量；map\_name 為平移旋轉之後的地圖想要保存的名字，如果不加全路徑，預設保存在 .ros 下。

-平移旋轉是把當前定位所使用的地圖，按照上面平移變化，然後保存在對應路徑下。

5. 採用平移旋轉之後的地圖去定位，找另外幾個點再次校驗，bg 定位位置、路網理論位置是否重合。

6. 如果不滿足要求，繼續按照上述方法去平移變換。