

AGV 常见故障模式分析

AGV 运行过程存在多种异常。走偏、打滑、刮蹭、货架不准等。一些现场问题分析过程比较繁琐，对刚开始接触日志分析的人员来说存在一定的困难，可能不能发现根本问题。

本文档对定位相关的一些问题进行罗列总结，可以为分析人员提供一定的预备知识。给出常见问题的特征表现与参考分析模式，便于快速定位问题。

一、驱动异常

1.1 超载

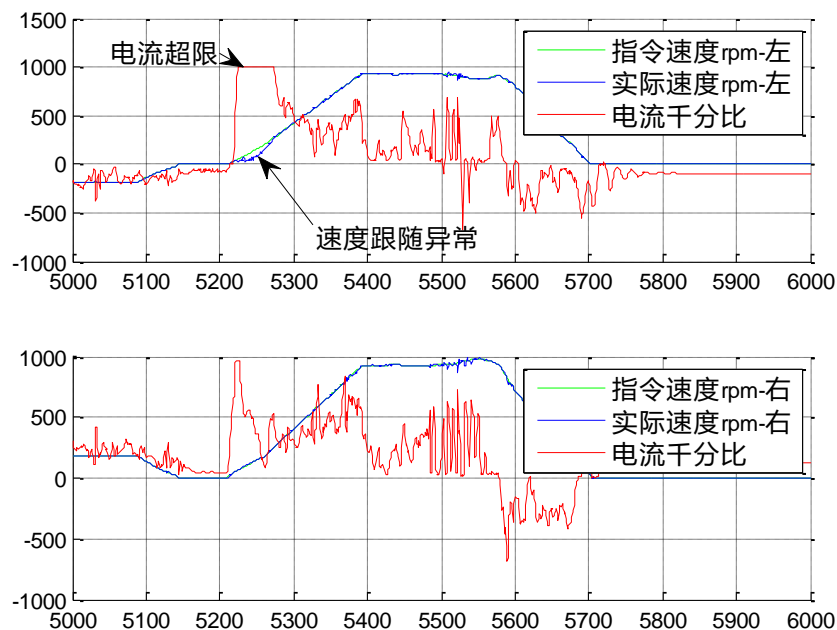
AGV 超载是指 AGV 背货重量超过设计值。超载提高了 AGV 整体质量，在给定的加速度下，所需的驱动力超过了驱动电机的驱动能力。按照超载的类型可分为驱动不足、超载、偏载三种情况。

驱动不足多发生在 AGV 样车验证阶段，由于驱动设计值偏低或实际驱动力矩达不到设计值，造成背货后 AGV 驱动力不足，导致起步加速时易走偏。

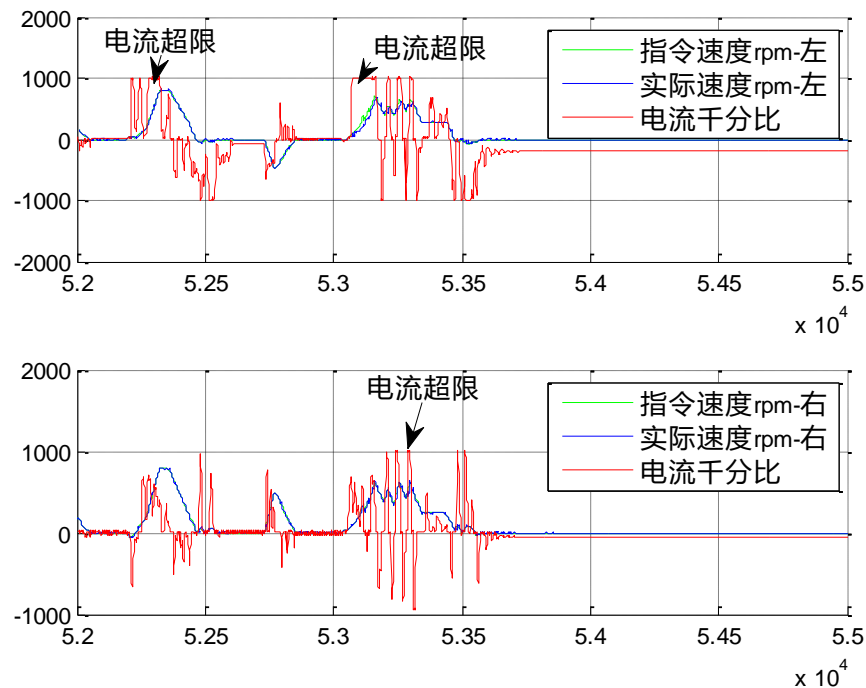
超载、偏载多发生在实际运行中背货太重导致某侧或两侧电机驱动力不足，速度跟随滞后。

特征：加速段、电流超限、速度跟随异常

实例 1：敏达 Q7 样车 3089，负重后，起步阶段左侧电机电流明显超限，速度跟随异常，右侧电机也接近限制值，导致测试时多次走偏，后将加速度由 600mm/s^2 改为 300mm/s^2 ，电流仍超限，后加大了驱动组件的减速比。（3089_RCD_2017_07_19_10_27_28）



实例2 2017.09.04 桐庐电装仓库 1244 车背货货物净重 541 公斤，起步及加减速时电流超限，超载走偏。后该仓库 AGV 加速度从 600600mm/s^2 改为 300mm/s^2 (1244_RCD_2017_09_04_22_06_31)



1.2 电机寻零不准

AGV 使用伺服电机驱动，伺服电机启动时需知道当前的转子位置，一般通过两种方式：一、使用霍尔传感器检测转子位置；二、将转子位置强制旋转至电气零位。目前使用的是第二种方法，这种方法在初始上电时会会在三相电机绕组中通入直流电，使转子旋转到电机的电气零位。若在这个过程中受到干扰，则会造成转子位置与电机零位存在夹角，导致电机效率降低，驱动力不足，最高转速下降等后果。尤其是驱动力不足，会使 AGV 在背货时电流超限，速度跟随滞后造成走偏。

在 AGV 现场，上电寻零不准的原因主要有：

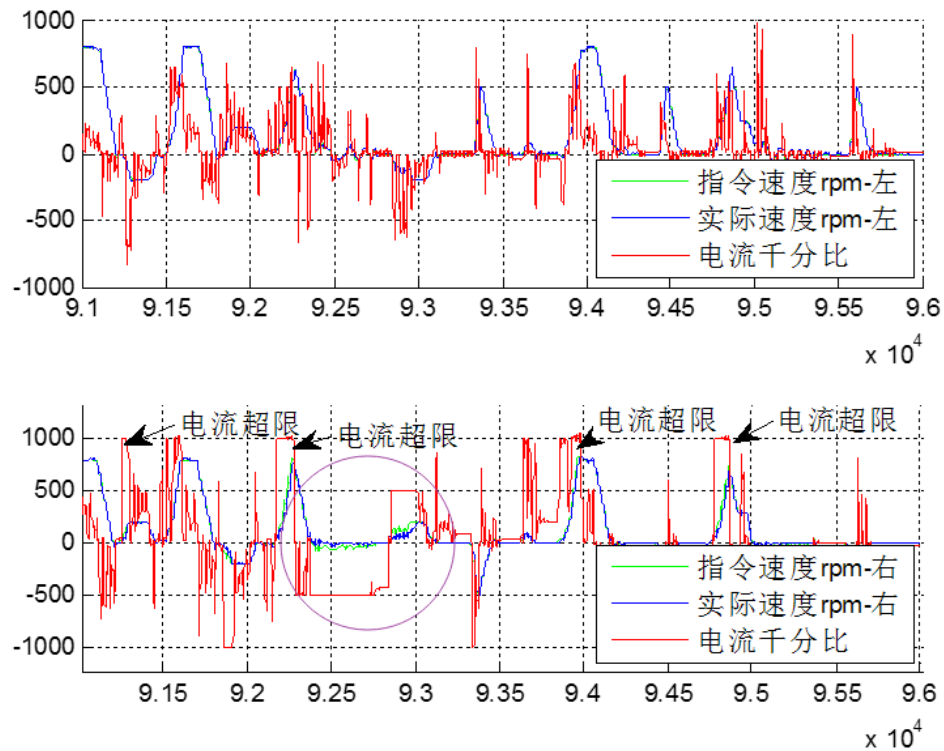
- 1、上电时有背有负载
- 2、上电时周围有物体阻碍其运动。
- 3、低功耗唤醒异常

电机寻零不准的问题会导致 AGV 持续走偏，重新进行寻零（断电重新上电）可解决。

特征：电流超限、持续稳定高电流、速度跟随异常

寻零不准时，AGV 走偏现象与超载类似，区别在于寻零不准导致的走偏更加频繁，每日可达十余次，在空车时也存在电流偏大的情况。

实例 1：桐庐电装仓库 1199 车，右侧电机启动时寻零不准，导致背货后运行电流经常超限，导致当日走偏 18 次。(1199_RCD_2017_09_04_09_56_25)



二、碰撞打滑

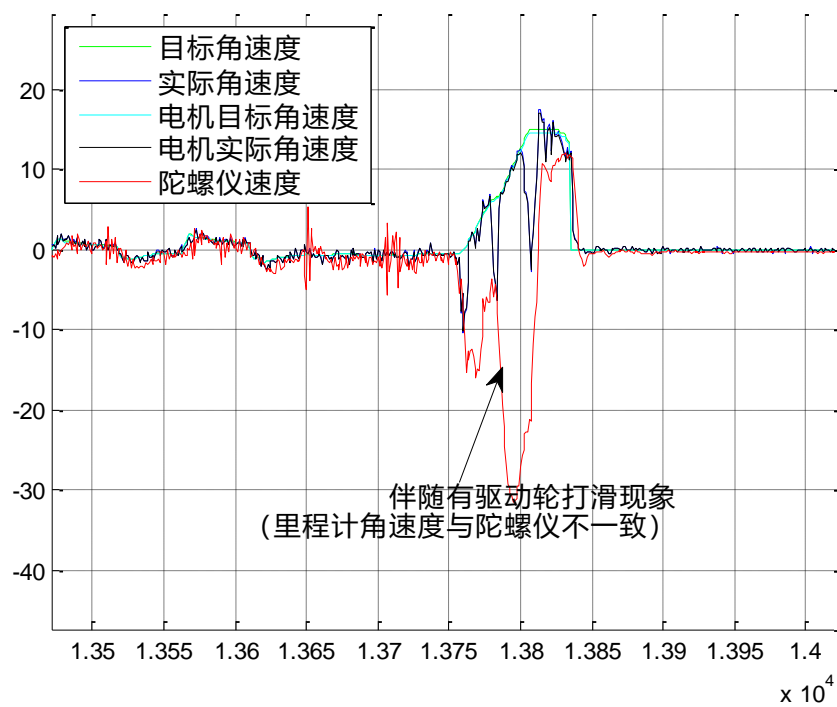
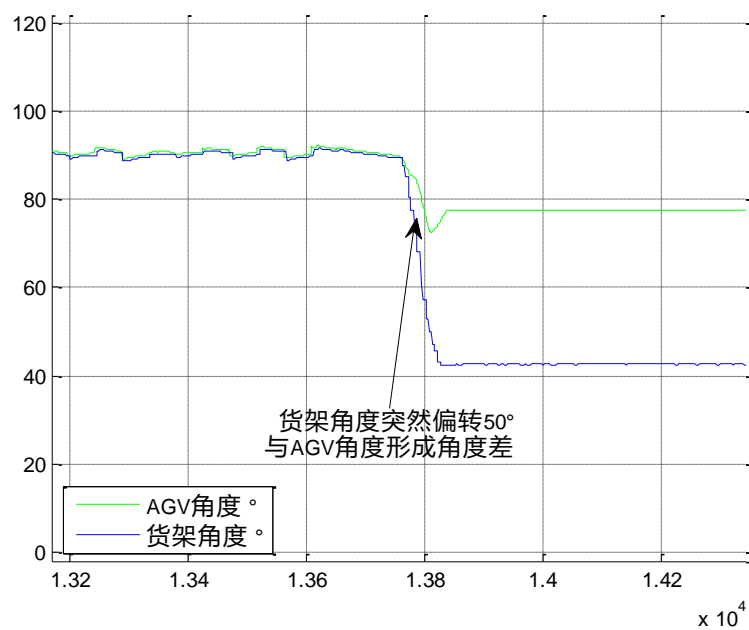
2.1 货架刮蹭

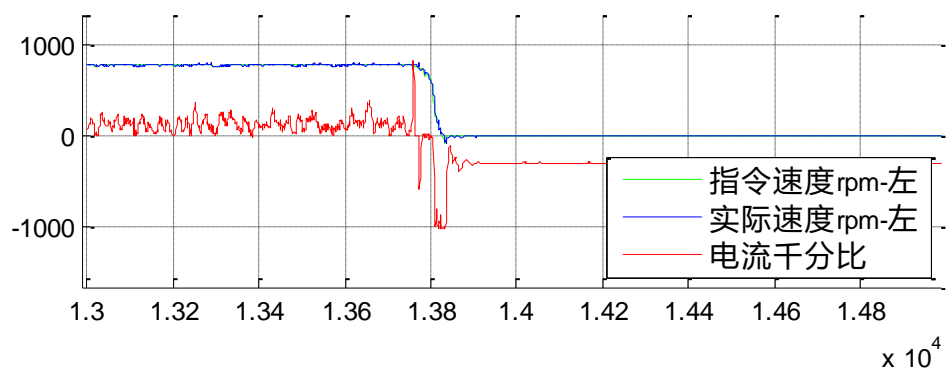
AGV 在背货架行进时，由于货架晃动、倾斜等原因，可能刮蹭到相邻货架，此时依据刮蹭程度一般会产生“背货位偏移”或“背货未识别”告警，而产生停车。刮货架时，可能同时影响到 AGV 的行进角度，进而造成 AGV 产生走偏告警。

特征：举升状态背货行进时，货架角度与 AGV 角度突然形成偏差。

货架刮蹭时，一般伴随有某侧驱动轮打滑及电机电流超限的现象。

实例 1：桐庐电装仓库 1148 车行进中货架刮蹭到他处，货架角度偏转，与 AGV 角度不一致。货架刮蹭后连带 AGV 走偏。(1148_RCD_2017_09_04_16_55_16)





A0	AU	AV	AW	AX	AI	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BL	BM	BN	BO	CB	CC	CD	CE	CF	EK	EY	EZ
左电机						右电机						配置 motion target						PLC信息					
motor		actual_val	actual_posit	actual_cur	target_vel	motor	actual_val	actual_posit	actual_cur	target_vel	castor_in	cmd_vel_x	y_pos	ly_pos	speed	castor_motion	vel_acro	b_motor_error	error[2]				
0	1	107249	-81702345	1238	106732	1	104590	-138443320	1273	104857	-90000	50	51293	86128	793	-791	0	2	0	0	0	0#	
0	1			1155	106923	1	1051		1229	104673	-90000	50	51293			-991	0	2	0	0	0	0#	
0	1			1208	107173	1	1040		1366	104431	-90000	50	512			cmd_type为运动状态(非0)	-1254	0	2	0	0	0#	
0	1			1182	107371	1	1033		1312	104240	-90000	50	512				-1462	0	2	0	0	0#	
0	1				107731	1	900			104240	-90000	50	512				-1862	0	52	0	0	0#	
0	1	50933	-81708234	0	92514	1	46764	-138443320	0	87948	-90000	50	51293	86126	677	-2282	0	52	0	0	0	0#	
0	1	72038	-81707731	0	92514	1	67204	-138442477	0	87948	-90000	50	51293	86126	354	-2662	0	52	0	0	0	0#	
0	1	103147	-81704903	0	92514	1	86708	-138440417	0	87948	-90000	50	51293	86126	342	-3062	0	52	0	0	0	0#	
0	1	96908	-81703304	0	92514	1	64100	-138439106	0	87948	-90000	50	51293	86126	330	-3343	0	52	0	0	0	0#	
0	1	90934	-81701803	0	92514	1	3745	-138438733	0	87948	-90000	50	51293	86126	318	-2943	0	52	0	0	0	0#	
0	1	83681	-81699706	0	92514	1	230	-138438700	0	87948	-90000	50	51293	86126	306	-2543	0	52	0	0	0	0#	
0	1	79742	-81698400	0	92514	1	39094	-138438473	0	87948	-90000	50	51293	86126	294	-2143	0	52	0	0	0	0#	
0	1	73758	-81696558	0	92514	1	43324	-138437393	0	87948	-90000	50	0	0	282	-1743	0	52	0	0	0	0#	
0	1	70345	-81695406	0	92514	1	39448	-138436729	0	87948	-90000	50	0	0	270	-1343	0	52	0	0	0	0#	
0	1	83822	-81693492	0	92514	1	33388	-138435810	0	87948	-90000	50	0	0	258	-943	0	52	0	0	0	0#	
0	1	79905	-81691527	0	92514	1	26560	-138435089	0	87948	-90000	50	0	0	246	-543	0	52	0	0	0	0#	
0	1	81630	-81690244	0	92514	1	23088	-138434691	0	87948	-90000	50	0	0	234	-143	0	52	0	0	0	0#	
0	1	83540	-81688909	0	92514	1	20866	-138434350	0	87948	-90000	50	0	0	222	256	0	52	0	0	0	0#	
0	1	82031	-81688694	0	92514	1	16220	-138433918	0	87948	-90000	50	0	0	210	656	0	52	0	0	0	0#	
0	1	83892	-81688498	0	92514	1	37907	-138433428	0	87948	-90000	50	0	0	198	1056	0	52	0	0	0	0#	
0	1	81630	-81683626	0	92514	1	45779	-138432705	0	87948	-90000	50	0	0	186	1456	0	52	0	0	0	0#	
0	1	81966	-81682318	0	92514	1	42825	-138432000	0	87948	-90000	50	0	0	174	1856	0	52	0	0	0	0#	
0	1	80642	-81679619	0	92514	1	35617	-138430710	0	87948	-90000	50	0	0	162	2256	0	52	0	0	0	0#	

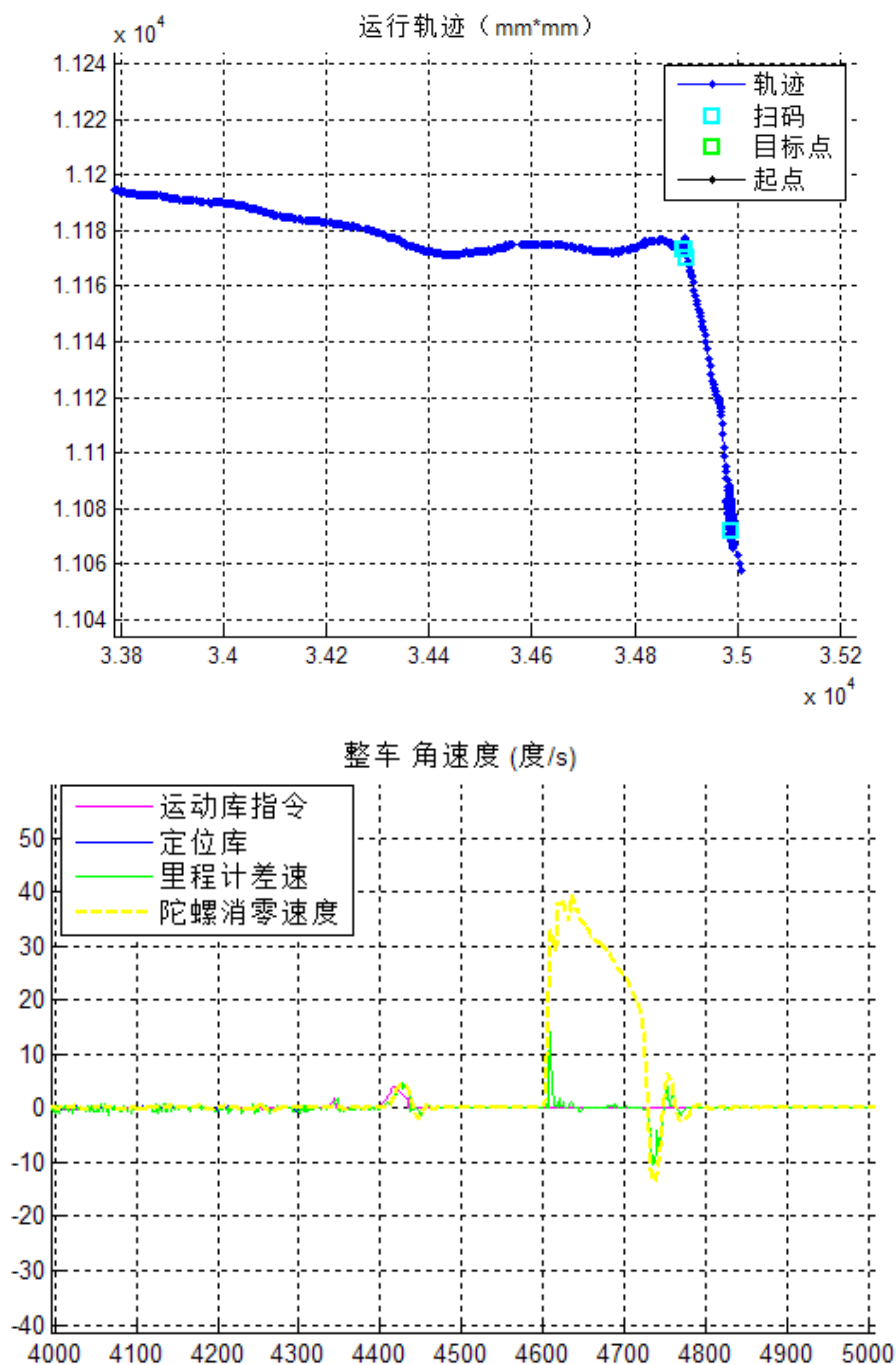
2.3 碰撞-非碰撞条

无碰撞条的 AGV 发生碰撞，多发生在匀速阶段和减速阶段，碰撞后，依碰撞的程度可能发生某侧或两侧电机速度突然下降，电流超限的现象，同时很大概率伴随有打滑、AGV 角度偏转等现象。

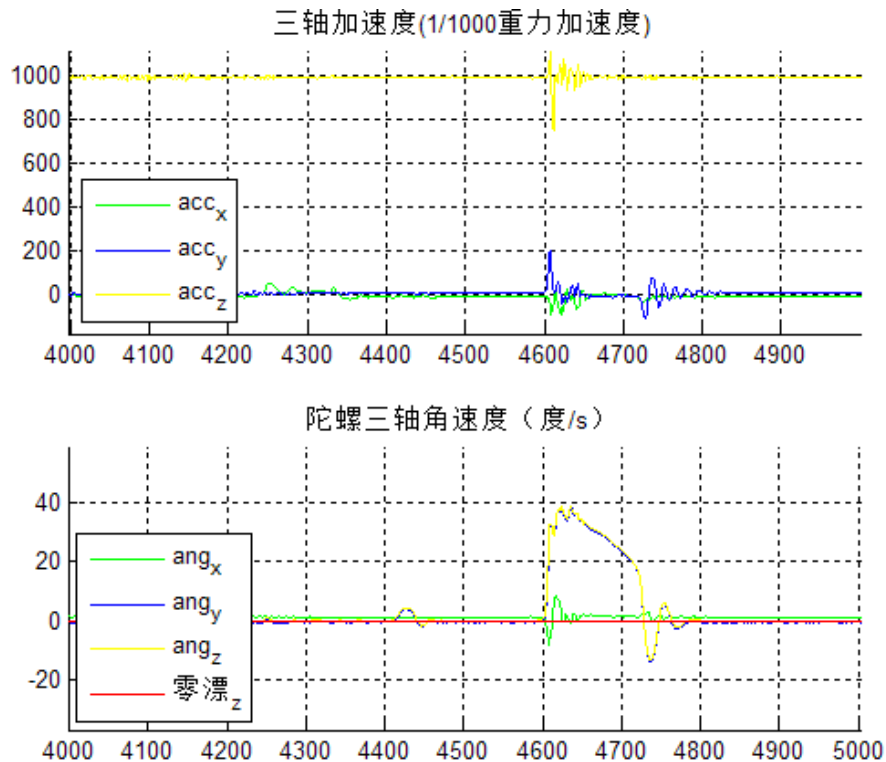
如果此时 AGV 背有货架，则会伴随有 AGV 角度与货架角度有角度差的现象，与货架刮蹭现象基本一致。区别可能在于碰撞有可能两侧电机均存在速度异常电流超限的情况。

特征：打滑、XY 轴加速度计异常变化。

实例：周大福 2001 车发生碰撞 (3358_RCD_2019_03_16_00_05_07)



角速度异常变化，一般可能伴随打滑（见下一项）。
出现碰撞时，X,Y 方向加速度出现异常变化。



2.4 打滑

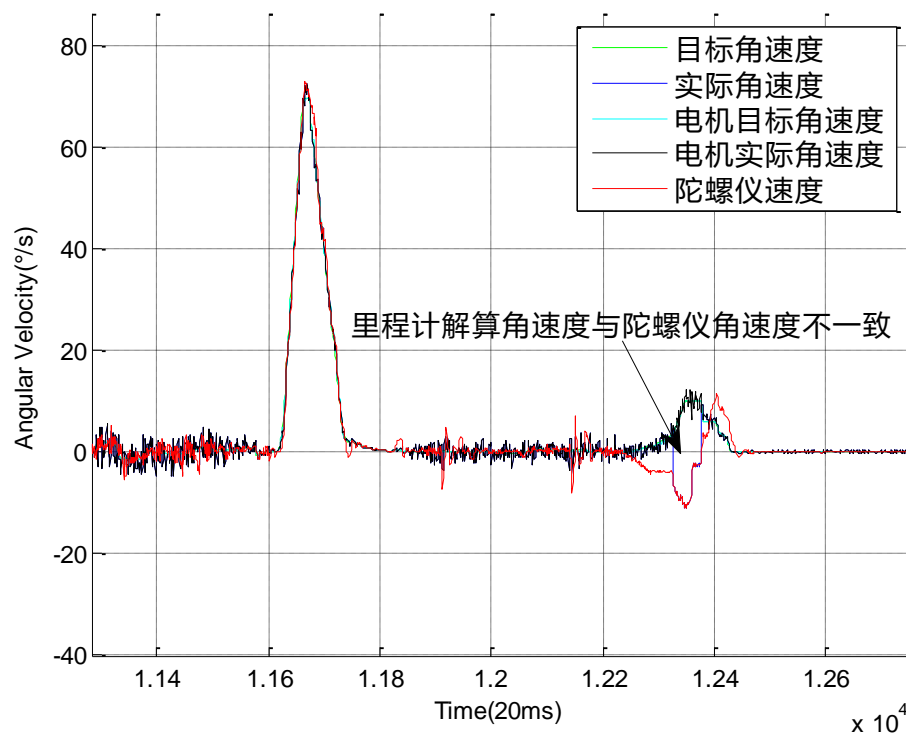
驱动轮与地面的接触面通常不发生相对运动，相互作用力为静摩擦力。当驱动轮与地面的相互作用力超过静摩擦力时变为滑动摩擦力时，两者发生相对运动，即为打滑现象。通常情况下不会发生打滑，打滑通常由以下几种原因引起：

1. 地面污损湿滑，驱动轮表面附着异物（油脂、粉尘等）导致摩擦系数降低。
2. 背货过重导致轮上驱动力超过摩擦力
3. 地面颠簸不平导致驱动轮悬空

特征：里程计计算的 AGV 旋转方向与 AGV 实际旋转方向（陀螺仪）明显不符，可能与位置关联。

打滑现象有可能伴随其他原因发生，如偏载、货架刮蹭等。

实例 1：2017.04.07 日桐庐电装仓库地码 028000AA037000 处附近，1494、1533、1558、1587 车一小时内发生 6 车次的打滑走偏，定位为地面污损湿滑。（1533_RCD_2017_04_07_14_27_15）



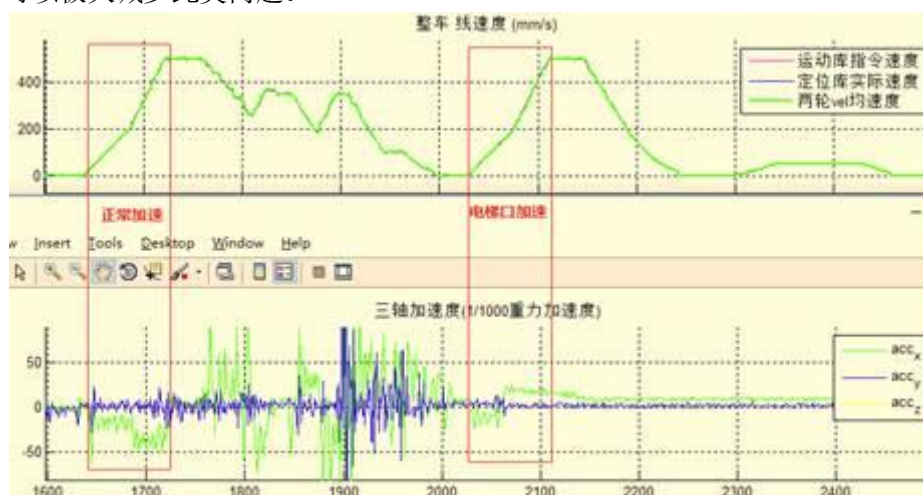
2.5 打滑（仅位置）

当 AGV 位置轮卡缝（电梯缝等）时，低速运行时可能会出现轮子空转车不动的现象。不一定有角度打滑。

特征：位置异常、电梯口。

实例：华为现场电梯口 AGV 发生碰撞，其中一台车 3926 定位异常。
(3926_RCD_2019_05_17_16_58_17)

当不能通过角速度差异判别打滑现象时，可以通过角速度辅助进行分析。下图左侧为正常加速，采用二级加速。X 加速度有-20/1000g 到-40/1000g 的变化趋势。右侧为异常加速，一级加速未结束时，加速度变反向减速。实际车子在货梯口打滑，无法扫到之后码。最终定位位置错误（多累积了 1m），认为走出货梯。后续现场通过任务点避免在电梯口停车，带速度通行可以极大减少此类问题。



2.6 脚轮涩滞

AGV 被动轮经常高负荷工作，长时间运行后脚轮可能出现转动不畅问题，不能及时适应 AGV 的运动调整。使得 AGV 运行调整困难。

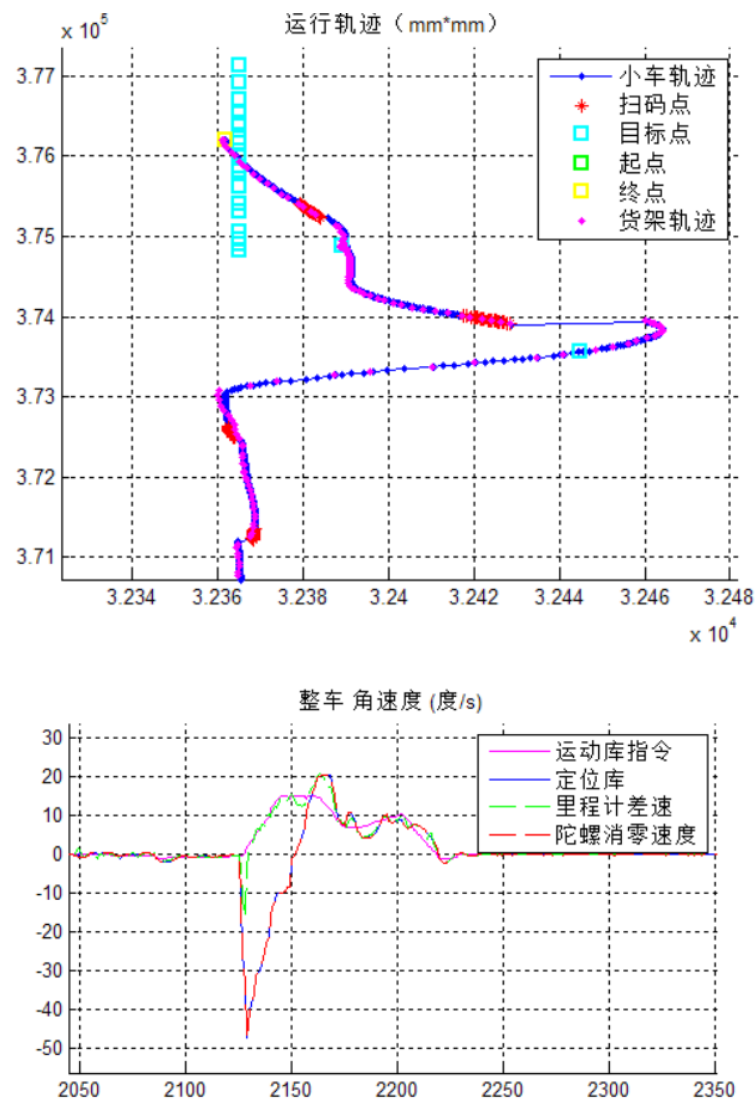
数据表现与打滑现象重合。区别是：

1. 发生异常区域地面质量没有明显湿滑不平现象。
2. 脚轮问题易发于转向起步后。因为这时 AGV 刚经过旋转调整，脚轮方向与车头方向不一致。直行过程需要随着运动摆正脚轮，若脚轮涩滞，容易发生起步走偏。如果是直行段突发，打滑时角速度分离更迅速。

脚轮涩滞与打滑也会引起 X、Y 轴加速度波动。直行段出现的卡脚轮与碰撞雷同。

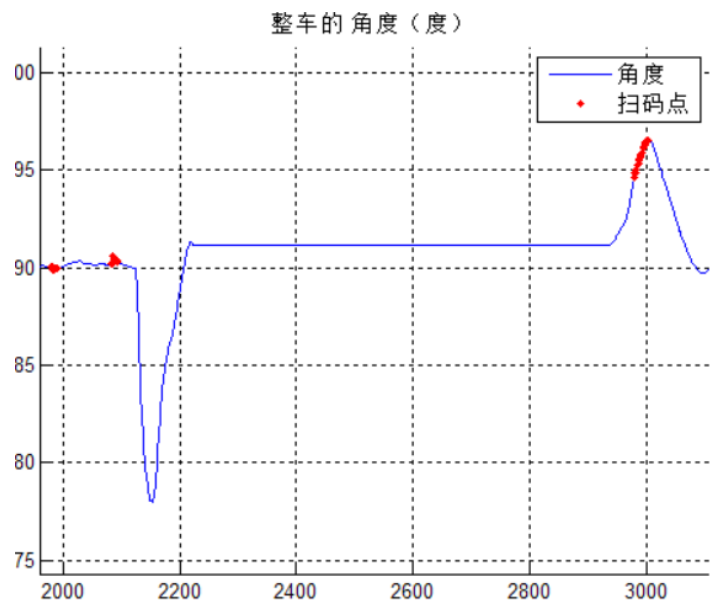
特征：打滑、地面质量较好。

实例 1：华为现场新发车打滑走偏，地面质量正常，现场拆卸一组舵轮后打滑走偏显现改善。(3465_RCD_2019_07_26_09_56_05)



若 AGV 采用“陀螺仪与里程计”模式，由于角度主要由陀螺仪决定，最终的角度跟踪

误差较小。



三、传感器与标定异常

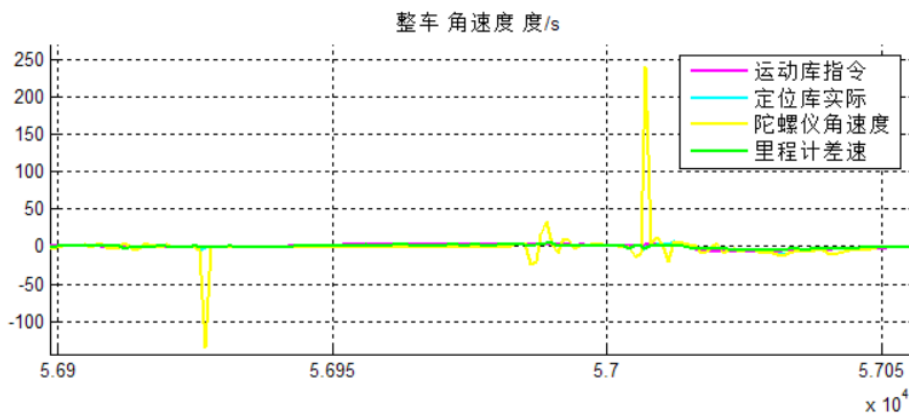
3.1 陀螺异常

陀螺异常种类包含：陀螺单拍跳变、陀螺数据为 0、陀螺维持纹波数据不变、复杂陀螺异常数据。

1、陀螺单拍跳变。陀螺数据单拍跳变，可能到满量程，也可能不到。

特征：陀螺单拍跳变。

实例：华为 3043 车频繁走偏，发现陀螺数据异常。(RCD_2018_07_18_08_45_27_3043)



2、陀螺无数据

陀螺三轴数据全 0。非传感器通讯异常，来自 6500 芯片的加速度计数据有值。

特征：加速度计数据正常，陀螺数据为 0。

实例：华宏 3015 车走偏频繁，转向易角度异常 (3015_RCD_2020_02_17_10_40_42)

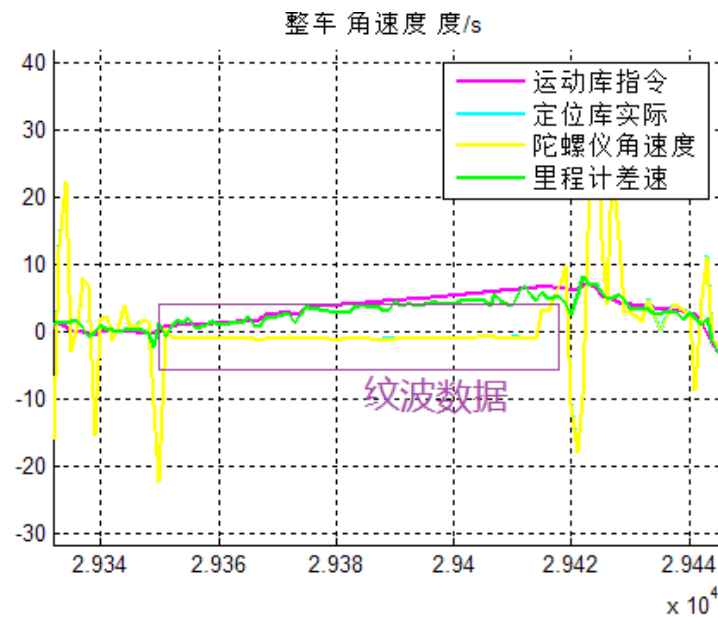
AK	AL	AM	AN	AO	AP
陀螺仪					
x_acc	y_acc	z_acc	x_ang	y_ang	z_ang
-42	-39	950	0	0	0
-38	-42	956	0	0	0
-39	-35	951	0	0	0
-44	-40	957	0	0	0
-40	-39	946	0	0	0
-43	-43	959	0	0	0
-43	-43	959	0	0	0
-50	-45	940	0	0	0
-39	-48	953	0	0	0

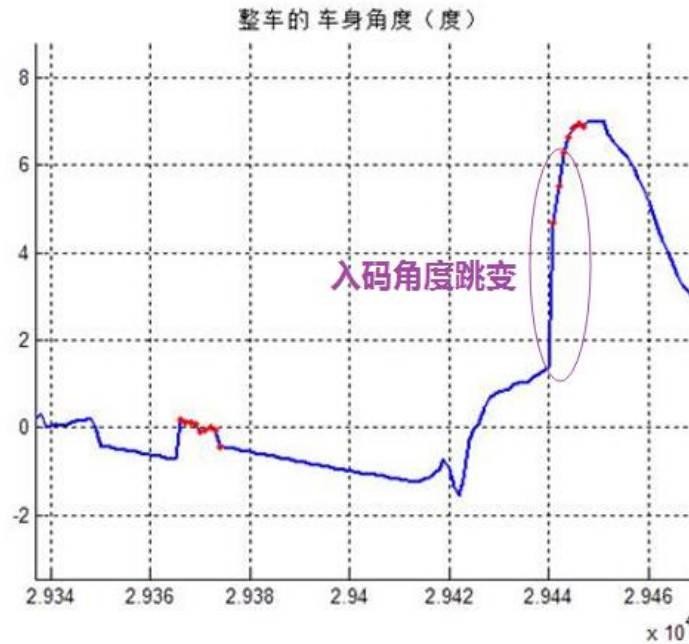
3、陀螺维持纹波输出

陀螺数据非 0，为偏置+纹波数据。此过程 AGV 正常运行状态，陀螺数据不正常，引起积分角度异常。在“陀螺仪与里程计”模式，由于陀螺积分角度不准，下一个码出现严重角度跳变。

特征：陀螺迅速与里程计分离，积分角度不正确。

实例：华为 3043 车陀螺纹波数据输出。





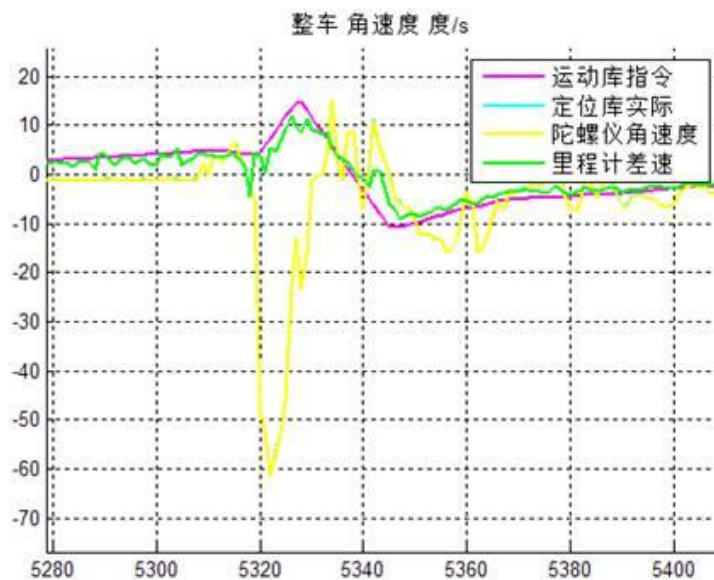
4、复杂陀螺异常数据

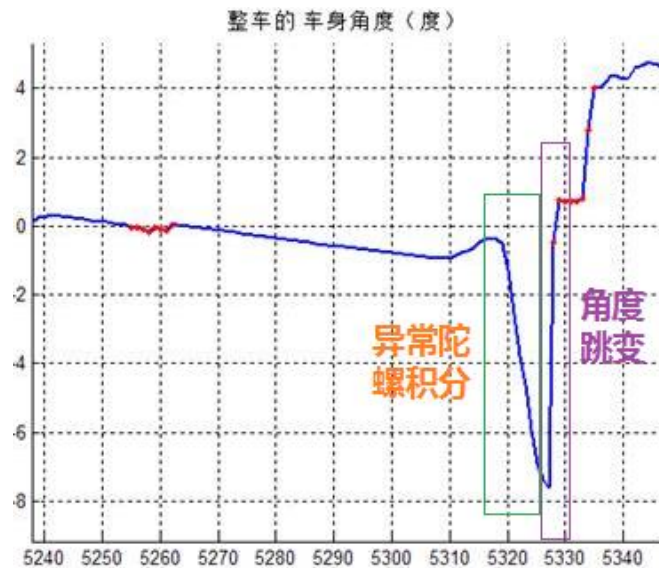
此类陀螺异常数据不像前三种直观。数据曲线上陀螺与里程计“迅速”分析，与打滑类似。主要区别在：

- 1、陀螺单拍迅速分离至大值，幅度大，非常不连续。
- 2、由于陀螺异常，陀螺积分角度错误，下一个码会有非常大的入码角度跳变。这个是与打滑的核心区别。

注：此情况极少出现，出现这类问题直接先按打滑进行分析。

实例：华为3043车陀螺异常数据输出。





3.2 里程计与相机外参标定

移动机器人定位时，有两部分传感器的标定会对定位造成影响：里程计和下镜头。

里程计轮径大小标定不准时，检测到地码位置时会在行进方向上产生较大的跳变，此时一般的走偏模式为：行进方向定位不准，导致未在地码中心处旋转，旋转后行进方向的偏差变为侧方向的偏差，再直行易走偏；里程计的两轮轮径差不准时，检测到地码位置时会在行进方向的侧方向上产生较大的跳变，并有一定的角度跳变，易走偏。

下镜头外参 (x , y , θ) 标定不准时，从数据上看，现象与里程计标定不准类似，都是检测到地码时位置和角度跳变，从 AGV 实际运行中看还是有所区别，下镜头标定不准时，AGV 在地码上启动行进时 AGV 车头朝向即有所偏差（此时定位数据无偏差）。简言之，里程计不准时，角度偏差是逐渐累积的，而下镜头不准时，角度偏差是一直存在的。

侧向位置跳动较明显时，下镜头标定问题居多。一般 AGV 配置的是“陀螺仪与里程计”，大致可确定是下镜头的标定问题。

特征：检测到地码时，行进方向位置、侧方向位置、角度跳变。

实例1：敏达 Q7 样车 3088 未进行里程计标定，检测到地码时，出现约 150mm 的行进方向位置跳变。进行里程计标定后，入码无位置跳变。（3089_RCD_2017_07_19_20_09_18）

3.3 相机内参异常（H 矩阵异常）

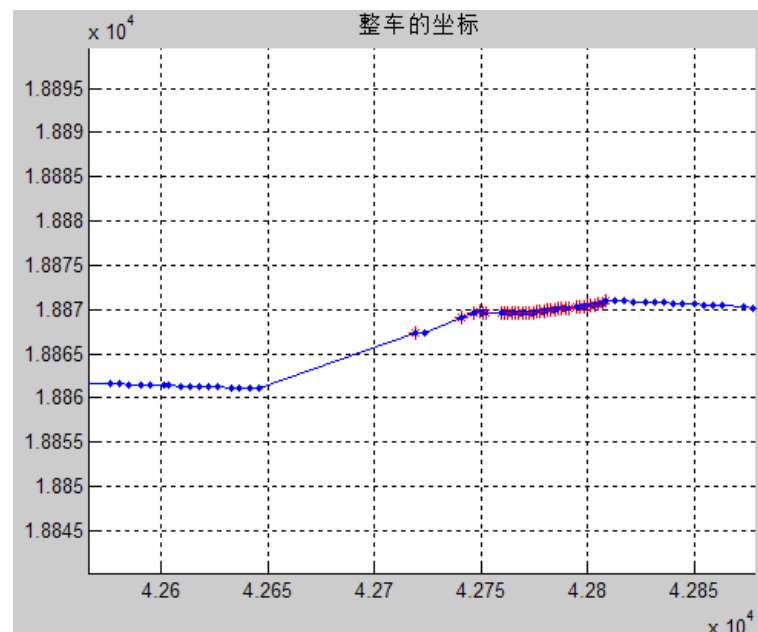
移动机器人相机标定步骤中，需要用棋盘格对 H 矩阵（最新+畸变参数）进行标定。标定棋盘格尺寸关联。若棋盘格尺寸打印或配置异常，会对 H 矩阵中的缩放因子产生影响。最终相机的像素点转换到真实坐标系会有等比例的缩放影响。

此现场的表现是机器人过码解码长度不准。一般 AGV 过码解码范围为 $\pm 60\sim 100\text{mm}$ （镜头越高越大，Q1 小，泊车大）。内参异常的车子会明显超出此范围（一般是偏小，只有 $\pm 30\text{mm}$ 。暂未见明显大于）。出现此类问题的车离码中心调整幅度很弱（因为解码侧向偏差小），容易跑偏。

此问题要进一步通过 RCD 进行分析。一般根据过码“线速度*时间 = 解码变化”确认。此问题也会导致 AGV 出现前向跳变。需要与之前的里程计标定进行区分。

特征：检测到地码时，行进方向位置跳变，解码尺度异常。

实例：京东方全向车，入码时前向跳变 70mm，经常走偏，定位为下镜头标定问题，重新标定下镜头后运行正常。（1008_RCD_2020_03_16_20_12_54）



RCD 中，“线速度*时间”为 144mm，“解码变化”为 60mm。解码异常。后续发现该车标定时棋盘格尺寸配置异常（10mm 错配置为 4mm），造成 H 矩阵缩放因子异常。

A	B	C	D	E	F	G	H	BU	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN
地码								电机1	navi_result.pos[0]						
时间	de	lo	worldX	worldY	worldAng	radiusX	radiusY	time_stamp	x	y	theta	vel	vel_x	vel_y	rot
16.20.12.56	0	0	0	0	0	0	0	3841611293	42645680	18861052	90183	397	-4	-397	36
16.20.12.56	0	0	0	0	0	36000	114000	3841611298	42645680	18861052	90183	397	-4	-397	36
16.20.12.56	1	1	-33648	-17793	178276	54000	108000	3841611318	42719092	18867398	89626	400	-4	-400	-63
16.20.12.56	0	0	0	0	0	72000	114000	3841611328	42723376	18867324	89626	397	-4	-397	-16
16.20.12.56	1	1	-30294	-17913	178296	90000	108000	3841611338	42740984	18869090	89301	396	-4	-396	42
16.20.12.56	1	1	-28636	-17907	178297	108000	108000	3841611344	42746704	18869638	89107	396	-4	-396	42
16.20.12.56	1	1	-26973	-17979	178372	120000	108000	3841611357	42749260	18869694	89020	399	-4	-399	-27
16.20.12.56	1	1	-25295	-18005	178436	138000	108000	3841611364	42750820	18869652	88994	398	-4	-398	150
16.20.12.56	1	1	-23602	-18035	178548	156000	108000	3841611375	42752444	18869594	89026	399	-4	-399	518
16.20.12.56	1	1	-16784	-18183	178692	228000	108000	3841611417	42759200	18869530	89124	406	-2	-406	1327
16.20.12.56	1	1	-15074	-18226	178731	246000	108000	3841611422	42760896	18869524	89178	406	-2	-406	1327
16.20.12.56	1	1	-13368	-18295	178687	264000	108000	3841611433	42762616	18869564	89200	400	-1	-400	1791
16.20.12.56	1	1	-11641	-18365	178991	282000	108000	3841611444	42764244	18869538	89337	399	0	-399	1953
16.20.12.56	1	1	-9961	-18387	178759	300000	108000	3841611458	42766000	18869566	89330	404	0	-404	2140
16.20.12.56	1	1	-8260	-18436	179063	318000	102000	3841611458	42767596	18869540	89431	404	0	-404	2140
16.20.12.56	1	1	-6536	-18485	178904	336000	102000	3841611477	42769380	18869576	89455	399	0	-399	2430
16.20.12.56	1	1	-4837	-18559	179200	354000	102000	3841611481	42770976	18869598	89566	399	0	-399	2430
16.20.12.56	1	1	-3137	-18586	179079	372000	102000	3841611498	42772720	18869606	89603	401	0	-401	2483
16.20.12.56	1	1	-1440	-18686	179263	390000	102000	3841611505	42774352	18869676	89685	395	0	-395	2615
16.20.12.56	1	1	257	-18762	179322	408000	102000	3841611516	42776032	18869730	89758	407	0	-407	1750
16.20.12.56	1	1	1956	-18816	179389	426000	102000	3841611527	42777708	18869768	89822	412	0	-412	666
16.20.12.56	1	1	3632	-18895	179332	450000	102000	3841611527	42779404	18869824	89833	412	0	-412	666
16.20.12.56	1	1	5356	-18974	179450	468000	102000	3841611538	42781084	18869896	89894	380	0	-380	1240
16.20.12.56	1	1	7058	-19032	179625	486000	102000	3841611557	42782732	18869960	90017	412	-1	-412	1933
16.20.12.56	1	1	8762	-19090	179654	498000	96000	3841611563	42784420	18870014	90080	403	-2	-403	303
16.20.12.56	1	1	10491	-19150	179580	510000	96000	3841611575	42786180	18870048	90090	394	-2	-394	442
16.20.12.56	1	1	12177	-19212	179588	534000	96000	3841611586	42787864	18870100	90097	407	-3	-407	88
16.20.12.56	1	1	13938	-19229	179515	558000	96000	3841611597	42789648	18870086	90068	402	-3	-402	-393
16.20.12.56	1	1	15633	-19272	179798	576000	96000	3841611601	42791248	18870196	90166	402	-3	-402	-393
16.20.12.56	1	1	19042	-19367	179681	606000	96000	3841611622	42794696	18870238	90190	402	-4	-402	-609
16.20.12.56	1	1	20783	-19446	179698	630000	96000	3841611622	42796428	18870312	90200	402	-4	-402	-609
16.20.12.56	1	1	22487	-19480	179780	648000	96000	3841611644	42798104	18870372	90227	396	-5	-396	-909
16.20.12.56	1	1	24230	-19545	179867	666000	96000	3841611644	42799816	18870466	90290	396	-5	-396	-909
16.20.12.56	1	1	25889	-19613	179778	678000	96000	3841611658	42801508	18870490	90288	395	-5	-395	-474
16.20.12.56	1	1	27616	-19665	179780	696000	96000	3841611669	42803236	18870538	90294	401	-5	-401	276
16.20.12.56	1	1	29315	-19699	179794	714000	96000	3841611682	42804928	18870572	90296	409	-6	-408	-566
16.20.12.56	1	1	30988	-19740	179832	732000	96000	3841611691	42806588	18870626	90307	400	-6	-399	-1944
16.20.12.56	1	1	32661	-179672	750000	96000	96000	3841611705	42808188	18870990	90522	390	-6	-390	-100
16.20.12.56	0	0	0	0	0	0	0	3841611705	42808188	18870990	90522	390	-6	-390	-100
16.20.12.56	0	0	0	0	0	0	0	3841611716	42812500	18871000	90517	401	-6	-401	-390

3.4 地码异常

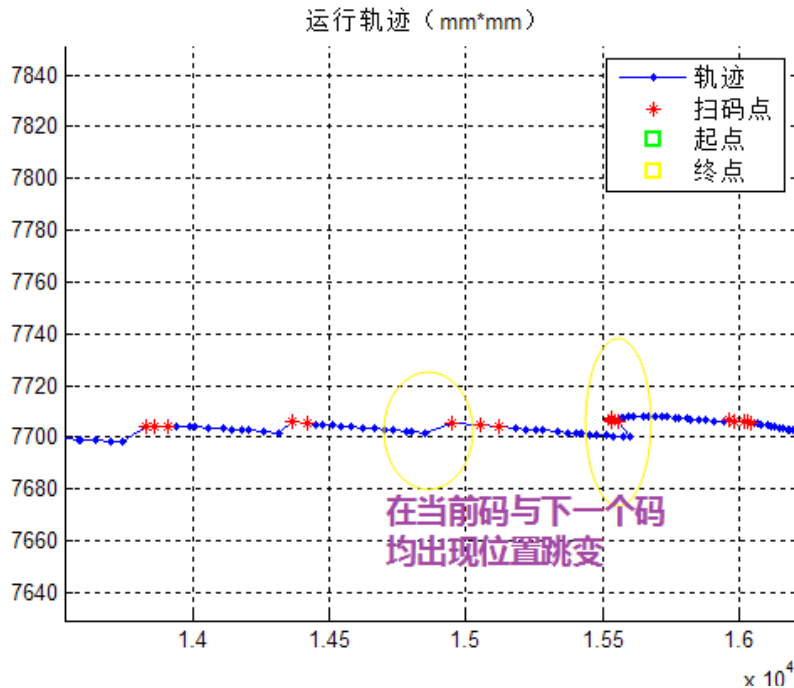
二维码粘贴异常一般 AGV 会告警“地码贴错”“地码贴歪”等，但是还是有一些位置存在很小偏差（或者码值存在很小偏差）的地码容易引起定位异常。

主要表现为：进入该码有前向入码跳变，直行经过该码到下一个地码会有反方向的入码跳变。在该地码上停车容易过冲或要二次提速前进。在该码旋转后在直行容易走偏。

特征：当前码与下一码有跳变，现象与区域关联。

此处应注意与之前的标定区分。标定与车关联，与码关系不大。

实例：Q1 车 X15000 位置码值错误（200mm），引起当前码与下一个码入码跳变。（无数据）



3.5 图像数据异常

8147 主控车镜头采用 Sensor 板，由 DSP 进行处理。到目前（2020-4-9）为止存在 DSP 数据异常问题。

- 1、货码数据传给地码。现在通过软件逻辑规避该类数据。

特征：无明显特征，可能误报地码贴码。

实例：银泰全向车，误报地码贴错。后续在地码逻辑中过滤地码数据后屏蔽该问题。

(9006_RCD_2018_06_25_13_07_18)

时间	地码											time_stamp
	de	locationFlag	world	world	world	radi	radi	line2[1]	line2[1]	code		
25_13_08_00	1	4294967295	-46	-8	178931	408	492	368874	527010	033500AA023811		2972593
25_13_08_00	1	1	-42	-8	178398	408	486	368283	514994	033500AA023811		2972616
25_13_08_00	1	4294967295	-42	-8	178398	408	480	368283	514994	033500AA023811		2972636
25_13_08_00	0	0	-42	-8	178398	0	0	0	0	0x0		2972646
25_13_08_00	0	0	-42	-8	178398	408	468	0	0	0x0		2972673
25_13_08_00	1	4294967295	-42	-8	178398	408	462	368283	514994	033500AA023811		2972691
25_13_08_00	0	0	-42	-8	178398	408	456	0	0	0x0		2972715
25_13_08_00	1	1	-31	-7	178844	408	450	365240	483011	033500AA023811		2972731
25_13_08_00	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2972749
25_13_08_00	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2972771
25_13_08_00	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2972788
25_13_08_00	1	4294967295	-31	-7	178844	402	432	365240	483011	033500AA023811		2972809
25_13_08_00	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2972833
25_13_08_00	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2972849
25_13_08_00	0	0	-31	-7	178844	618	612	0	0	0x0		2972869
25_13_08_00	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2972885
25_13_08_01	0	0	-31	-7	178844	618	612	0	0	0x0		2974086
25_13_08_01	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2974105
25_13_08_01	0	0	0	5	-91252	372	372	343988	352204	100191ID		2974101
25_13_08_01	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2974122
25_13_08_01	0	0	-31	-7	178844	0	0	0	0	0x0		2974141

- 2、重复解码数据。AGV 运行过程中，定位库收到连续历史数据，时戳正常。

引起定位异常或产生打滑告警。

特征：无明显特征，可能误报地码贴码。

实例：华为老车，误报地码贴错。(3474_RCD_2020_03_07_05_44_52)

时间	地码							货码		navi_result_pos[0]				时间戳			
	de	le	world	world	world	angle	code	de	location	Fla	x	y	theta	vel	rot	qr_senso	qr_senso
07.05_45_30	1	1	-1	0	-90737	372 348	9633836 205000DS215956	0	0	0	205000384	291512608	-90010	788	31	8403476	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	205000384	291492032	-90004	788	160	0	8403476
07.05_45_30	1	1	-1	-43	-90538	372 486	9633836 205000DS215956	0	0	0	205000096	291485440	-90004	789	-90	8403534	0
07.05_45_30	1	1	-1	-65	-90401	372 552	9633836 205000DS215956	0	0	0	204999984	291476256	-90006	787	-182	8403545	0
07.05_45_30	1	1	-1	-65	-90401	372 552	9633836 205000DS215956	0	0	0	204999984	291476256	-90006	787	-182	8403545	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	204999968	291441120	-90034	791	-648	0	8403550
07.05_45_30	1	1	-2	71	-89418	372 132	9633836 205000DS215956	0	0	0	205000240	291470336	-90048	798	-693	8403614	0
07.05_45_30	1	1	-1	0	-90737	372 348	9633836 205000DS215956	0	0	0	205000336	291481568	-90052	800	-278	8403626	0
07.05_45_30	0	0	-1	0	-90737	0	0 9633836 0x0	0	0	0	205000304	291471904	-90068	804	-548	8403646	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000304	291471904	-90068	804	-548	8403646	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	205000272	291438048	-90060	808	145	0	8403662
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	205000272	291438048	-90060	808	145	0	8403662
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	205000256	291419104	-90050	809	282	0	8403710
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	205000256	291419104	-90050	809	282	0	8403710
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000240	291400480	-90047	811	130	0	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000224	291375168	-90046	812	23	0	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000224	291375168	-90046	812	23	0	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000224	291375168	-90046	812	23	0	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	205000192	291324256	-90024	808	343	0	8403833
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000176	291301856	-90016	799	297	0	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000176	291301856	-90016	799	297	0	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	1	1	1	205000176	291264096	-89996	803	427	0	8403910
07.05_45_30	1	1	-2	71	-89418	372 132	9633836 205000DS215956	0	0	0	205000432	291339968	-89984	800	602	8403956	0
07.05_45_30	1	1	-1	0	-90737	372 348	9633836 205000DS215956	0	0	0	205000400	291391488	-89971	801	663	8403974	0
07.05_45_30	1	1	-1	0	-90737	372 348	9633836 205000DS215956	0	0	0	205000400	291391488	-89971	801	663	8403974	0
07.05_45_30	0	0	0	0	0	0	0 0x0	0	0	0	205000416	291417824	-89952	800	793	0	0
07.05_45_30	0	0	-1	0	-90737	0	0 9633836 0x0	1	1	1	205000480	291412800	-89903	802	1182	8404043	8404030

注：读码头也出现过数据异常，表现为输出（x, y, theta）坐标系错误。在读码头安装、加密均正确时，“陀螺仪与里程计”模式出现位置“正反馈”调整。这个在 19 年 6 月之后嵌入式版本有处理。不说明。

3.6 传感器时戳问题

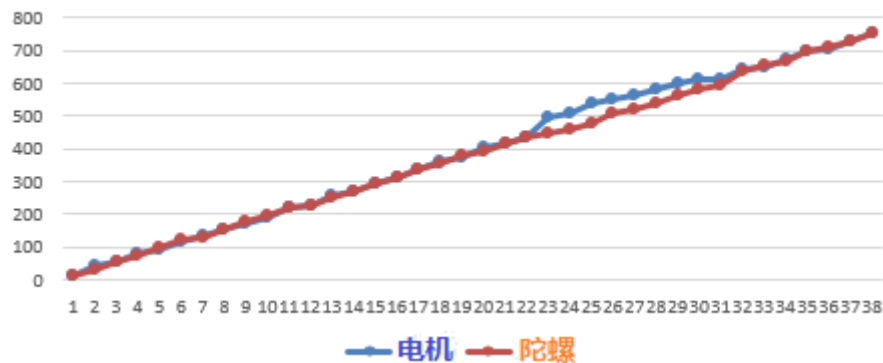
为简化角增量统一，定位库内角度积分采用电机时戳，即陀螺角速度基于电机时戳差进行积分。

- 1、传感器时差突变，某一传感器时戳突变。

实例：Q1 车电机时戳突然超前 50ms（低角速度区），持续 200ms 恢复（高角速度区）。造成积分角度变少。

电机时间戳	差值	相对时间戳	积分角度	陀螺时间戳	差值	相对时间戳	积分角度	积分角度差	电机陀螺时间差	角速度
1691704		0		2550697		0				-572
1691716	12	12	3.744	2550707	10	10	3.12	-0.624	2	312
1691744	28	40	70.832	2550729	22	32	55.832	-15	8	2396
1691760	16	56	129.696	2550751	22	54	136.77	7.074	2	3679
1691784	24	80	230.256	2550773	22	76	228.95	-1.306	4	4190
1691798	14	94	279.62	2550797	24	100	313.574	33.954	-6	3526
1691818	20	114	293.36	2550818	21	121	328.001	34.641	-7	687
1691840	22	136	301.412	2550828	10	131	331.661	30.249	5	366
1691856	16	152	342.932	2550850	22	153	388.751	45.819	-1	2595
1691876	20	172	497.272	2550872	22	175	558.525	61.253	-3	7717
1691896	20	192	793.292	2550895	23	198	898.948	105.656	-6	14801
1691924	28	220	1434.072	2550915	20	218	1356.648	-77.424	2	22885
1691931	7	227	1626.166	2550925	10	228	1631.068	4.902	-1	27442
1691960	29	256	2803.421	2550946	21	249	2483.563	-319.858	7	40595
1691975	15	271	3558.791	2550968	22	271	3591.439	32.648	0	50358
1691997	22	293	4894.389	2550989	21	292	4866.328	-28.061	1	60709
1692017	20	313	6358.049	2551009	20	312	6329.988	-28.061	1	73183
1692040	23	336	8328.666	2551032	23	335	8300.605	-28.061	1	85679
1692062	22	358	10428.742	2551054	22	357	10400.681	-28.061	1	95458
1692078	16	374	12119.606	2551077	23	380	12831.298	711.692	-6	105679
1692106	28	402	15386.618	2551088	11	391	14114.767	-1271.851	11	116679
1692121	15	417	17317.148	2551110	22	413	16946.211	-370.937	4	128702
1692137	16	433	19588.412	2551133	23	436	20211.153	622.741	-3	141954
1692197	60	493	28545.812	2551143	10	446	21704.053	-6841.759	47	149290
1692211	14	507	30746.584	2551155	12	458	23590.429	-7156.155	49	157198
1692242	31	538	36115.009	2551175	20	478	27053.929	-9061.08	60	173175
1692255	13	551	38649.008	2551205	30	508	32901.619	-5747.389	43	194923
1692267	12	563	41057.516	2551216	11	519	35109.418	-5948.098	44	200709
1692282	15	578	44204.186	2551237	21	540	39514.756	-4689.43	38	209778
1692304	22	600	49110.516	2551258	21	561	44198.071	-4912.445	39	223015
1692316	12	612	51839.46	2551279	21	582	48973.723	-2865.737	30	227412
1692316	0	612	51839.46	2551288	9	591	51031.906	-807.554	21	228687
1692344	28	640	58283.716	2551332	44	635	61158.594	2874.878	5	230152
1692352	8	648	60093.972	2551353	21	656	65910.516	5816.544	-8	226282
1692374	22	670	65021.466	2551363	10	666	68150.286	3128.82	4	223977
1692402	28	698	70965.586	2551395	32	698	74943.566	3977.98	0	212290
1692410	8	706	72627.874	2551405	10	708	77021.426	4393.552	-2	207788
1692432	22	728	76871.674	2551426	21	729	81072.326	4200.652	-1	192900
1692454	22	750	80901.018	2551447	21	750	84918.518	4017.5	0	183152
1692476	22	772	84733.374	2551469	22	772	88750.874	4017.5	0	174198
1692496	20	792	88084.814	2551491	22	794	92437.458	4352.644	-2	167572
1692516	20	812	91326.934	2551513	22	816	96003.79	4676.856	-4	162106
1692544	28	840	95757.346	2551535	22	838	99484.828	3727.482	2	158229
1692560	16	856	98281.186	2551545	10	848	101062.228	2781.042	8	157740

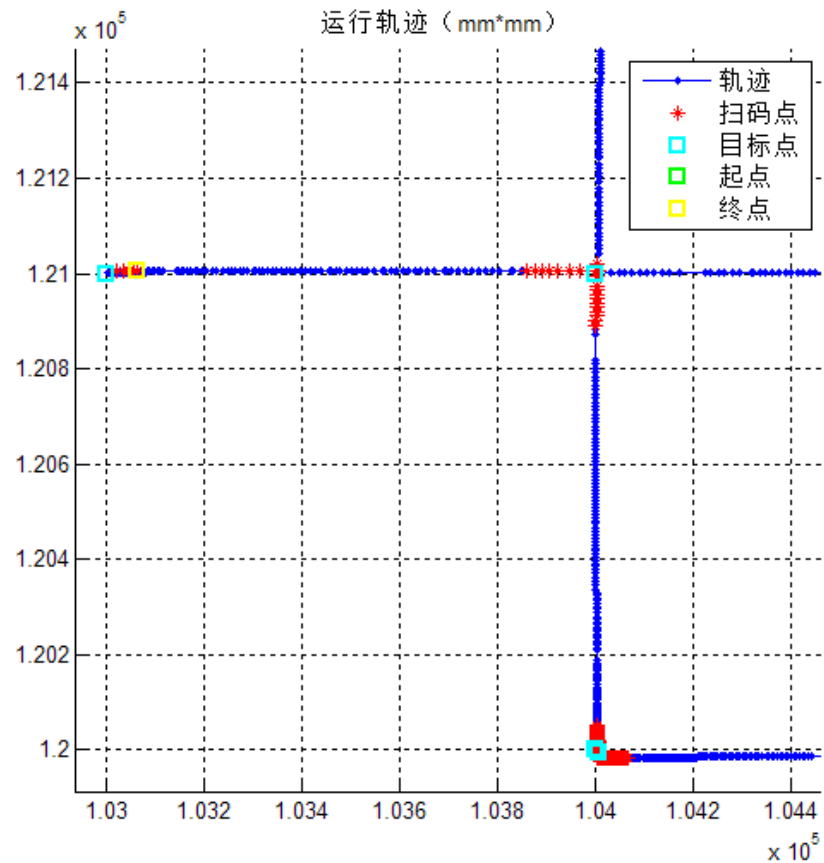
时间戳不同步



2、嵌入式校时异常。

最新嵌入式基线版本，嵌入式进行传感器校时。一般里程计数据会超前解码数据，一般为 20ms。所以经过校时补偿后的解码数据不会呈现入码出码完全对称（入码短，出码长）。若校时异常后的传感器时差严重偏离此范围，造成解码时间同步补偿不准。

实例：Q3 车停不准，货架放置异常。发现电机与下镜头时间同步异常。经过时间补偿后的解码数据完全超出地码解码范围。时戳差异达到 120ms。
(1459_RCD_2020_03_31_17_52_22)



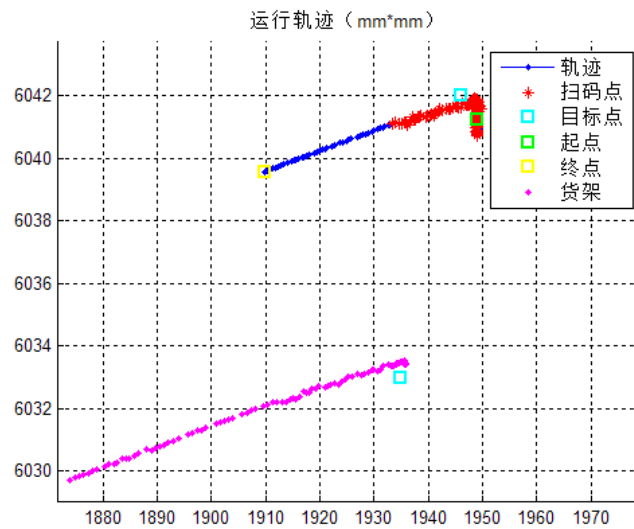
	地码				货码		左电机				右电机			
timeStamp	Flag	Flag	gcode.code	timestamp	timestamp	pcode.code	[0].mode	velocity	l_position	lne_stamp	[1].mode	velocity	l_position	lne_stamp
31_17_53_20	0	0	0x0	27913072	27913098	0x0	1	398740	926894725	27913216	1	398786	963408445	27913216
31_17_53_20	0	0	0x0	27913082	27913108	0x0	1	398972	926897721	27913224	1	399718	963411440	27913224
31_17_53_20	0	0	0x0	27913093	27913118	0x0	1	395774	926902879	27913237	1	399127	963416841	27913237
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913104	27913128	0x0	1	395516	926904066	27913240	1	398392	963418035	27913240
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913114	27913138	0x0	1	395380	926910829	27913257	1	397460	963424814	27913257
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913124	27913148	0x0	1	399785	926914833	27913267	1	398242	963428823	27913267
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913134	27913158	0x0	1	394456	926918833	27913277	1	394993	963432808	27913277
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913144	27913169	0x0	1	396089	926922800	27913287	1	395985	963436591	27913287
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913154	27913179	0x0	1	388385	926927121	27913298	1	393818	963440959	27913298
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913164	27913189	0x0	1	388105	926931031	27913308	1	390081	963444894	27913308
31_17_53_20	1	1	104000YS121000	27913174	27913198	0x0	1	385614	926934922	27913318	1	394037	963448845	27913318
31_17_53_20	0	0	0x0	27913182	27913208	0x0	1	383114	926938402	27913327	1	389623	963452394	27913327
31_17_53_20	0	0	0x0	27913192	27913218	0x0	1	381460	926942243	27913337	1	385098	963456278	27913337
31_17_53_20	0	0	0x0	27913202	27913229	0x0	1	380595	926943217	27913340	1	386687	963457464	27913340
31_17_53_20	0	0	0x0	27913212	27913239	0x0	1	374016	926949994	27913358	1	375538	963464319	27913358

四、调整货架异常

货架调整与 AGV 定位、货架定位、驱动部分一致性、调整模式都有关系。

- 1、AGV 定位异常。同上，略。
- 2、货架定位异常。除 AGV 定位之外，还受上镜头内外参标定、上下镜头一致性标定影响。一般通过观察货架定位曲线（货架处于下放态）。当 AGV 本体定位正常，标定正常时，货架定位与 AGV 的位姿基本无关。当上镜头标定（+上下镜头一致性标定）不好时，货架下放态定位会随着 AGV 运动而改变。当变化幅度较大时，可认为货架定位异常，需要重新标定上镜头。

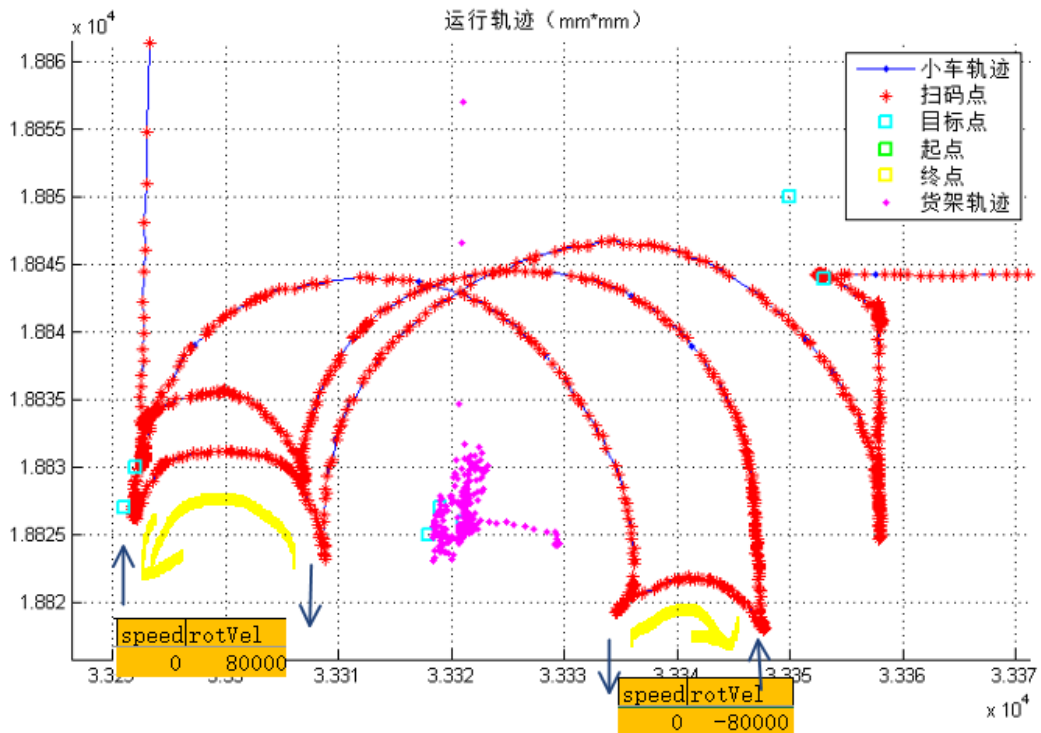
实例：华域 C2 车 0121 无法正常调整到货架中心，背货精度差。运行轨迹显示货架下放态的定位随着 AGV 的移动而改变，且比本体定位变化幅度更大。确认读码头加密正确，输出角度正确。确认未货架读码头坐标系输出异常。后发现读码头内被误开启坐标转换，修复并重新标定后正常。（0121_RCD_2019_04_18_19_11_56）



3、驱动组件一致性差。AGV 采用旋转微调方案旋转到货架中心。当 AGV 驱动一致性较差时，AGV 不能较高精度完成此任务，造成三次调整后背货不正。

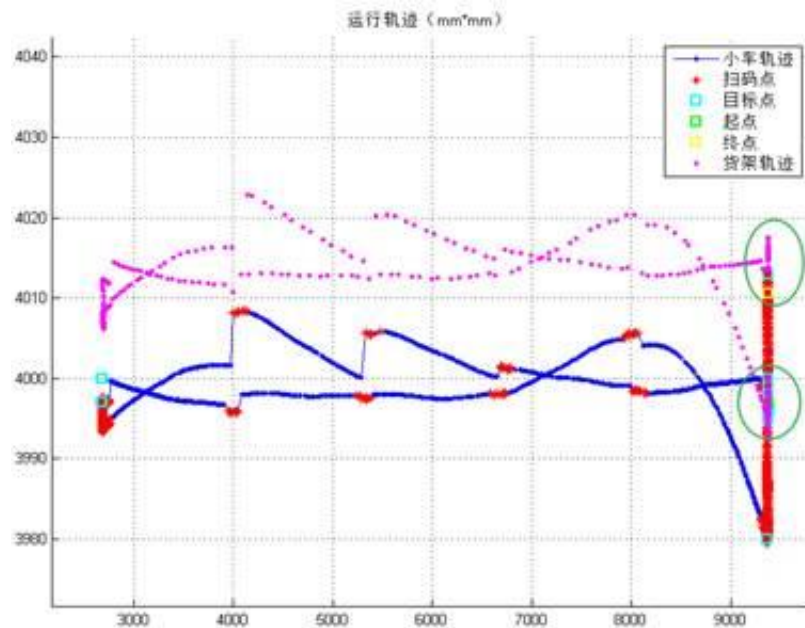
实例：华为 3129 返修车测试货架背的歪摆放歪。货架定位正常，但是调整不到货架中心。分析数据，原地旋转（无线速度）调整前后位置偏差较大。且两次原地旋转任务，均从-90 度旋转到+90 度。但是逆时针旋转小车向左偏 17mm，顺时针旋转小车向右偏 14mm。现象与轮半径差异、镜头标定偏不符合。

认为驱动部分一致性较差。此种情况，旋转微调效果较差，无法旋转微调到货架中心。轮组更换重装重新标定后正常。(3129_RCD_2018_11_12_20_10_53)



4、调整模式异常。

实例：华为3204 车测试货架摆放精度差。AGV 背货架行走时，目标点未叠加货架偏差。
造成车走的正，货架放的歪。(3204_RCD_2018_09_06_11_08_08)



B	C	S	BL	EM	EN	EO	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	
			配置				motion_target		navi_result.pos[0]		navi_result.pos[1]				
时间	de	code	castor	d	cmd	x_pos	y_pos	x	y	theta	vel	rot	x	y	theta
06_11_09_16	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9369893	3998999	159	34	12	9367672	4013544	-179805
06_11_09_16	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9369885	3999024	159	32	-25	9367672	4013544	-179805
06_11_09_16	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9371299	3998941	158	27	-31	9372141	4013633	-179809
06_11_09_16	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9372152	3998955	158	27	-4	9372141	4013633	-179809
06_11_09_16	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9372332	3998925	159	25	28	9374428	4013503	-179842
06_11_09_16	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9372757	3998968	158	23	-18	9374428	4013503	-179842
06_11_09_16	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9373352	3998972	159	23	45	9374428	4013503	-179842
06_11_09_17	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9373807	3998964	160	21	26	9374428	4013503	-179842
06_11_09_17	1	007000CA004000	0	200	9378	4000		9374060	3998948	159	18	-61	9374428	4013503	-179842
06_11_09_17	1	007000CA004000	0	0	0	0	0	9374321	3998968	160	12	42	9374428	4013503	-179842
06_11_09_17	1	007000CA004000	0	0	0	0	0	9374190	3998984	159	0	-78	9374428	4013503	-179842
06_11_09_17	1	007000CA004000	0	0	0	0	0	9374213	3998957	158	2	-48	9376232	4013534	-179780
06_11_09_17	1	007000CA004000	0	0	0	0	0	9374680	3998982	160	4	48	9376232	4013534	-179780

五、故障分析说明

- 1、现场日志标准模式：AGV+RCD。SLAM 模式附加 SLM 日志加现场地图。
- 2、碰撞、打滑、卡脚轮等故障类型数据相似度高。且不同车型（甚至不同批次）陀螺仪加速度计反馈特性差异较大。现场提供数据时要求提供**车型、软件版本、时间点、异常事件简单描述**，可以帮快速定位问题。其他问题一样要求。
- 3、货架问题比较复杂。当不能直观确定问题时，先观察 AGV 本体状态是否异常，再分析货架定位。最后再质疑驱动、调整模式。
- 4、文档提供参考，但仅覆盖常见异常。不要完全依赖经验，有些类似现象的数据可能是不同的根因导致。具体问题结合实际表现具体对待。

六、镜头外参修正方法

6.1 下镜头修正

本方法仅适用标定角度异常，优先排除驱动异常、解码位置异常等情形；

6.1.1 读码头车修正方向及修正值确定

方式一：绘图工具画轨迹确认

画图工具详见

Z:\机器人业务中心\算法组\外部文件\白火华\RCD 绘图工具

1) 判断运行方向

从码出发（红色扫码点），到下一个码发现位置偏差，进行位置纠正，所以运行方向出发定位是平滑的，到下一个码会有位置跳变，从而确定运行方向；

2) 确定补偿方向和大小

如图 1 所示，从码出发，轨迹向右偏，（角度顺时针为负，逆时针为正），解码角度偏小，实车出码向左偏，需补偿一个正值（单位千分之一度）；

值的大小为： $D/L/0.017*1000$

注释：D:平均的入码侧向偏差值单位 mm L: 码间距，单位 mm

以侧向偏差平均 10mm，码间距 1 米为例，补偿值大小为 $10/1000/0.017*1000=588$ ；

又因方向性需补偿一个正值，则最终的补偿结果为在原有基础上叠加 588；

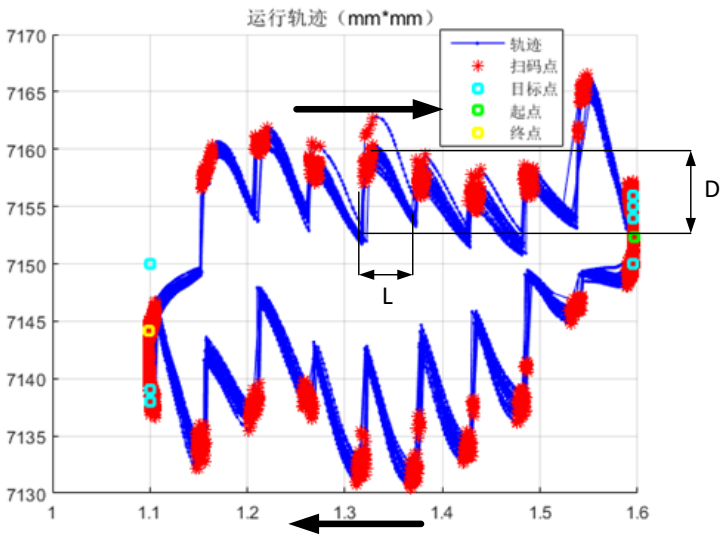


图 1 解码角度偏小

如图 2 所示，从码出发，轨迹向左偏，（角度顺时针为负，逆时针为正），解码角度偏大，实车出码向右偏，需补偿一个负值（单位千分之一度），值的大小计算方式与上述相同；

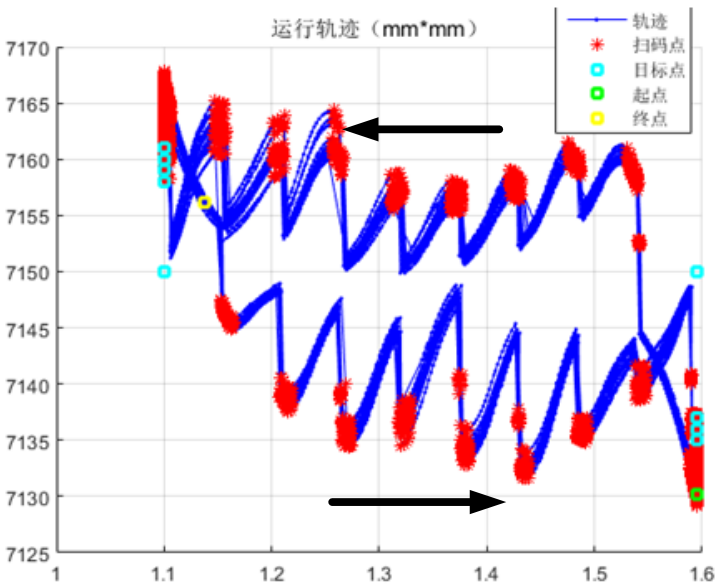


图 2 解码角度偏大

方式二：经验调节

修改逻辑（简化版）：

小车行驶偏左严重，会有向左走偏(原解码角度小) 应补偿一个正值

小车行驶偏右严重，会有向右走偏(原解码角度大) 补偿一个负值

调整大小：（千分之一度单位） 地图正常，其它对比车行驶正常情况下：

行走路径稍偏，一次停止侧向精度不够 600

单侧偶尔走偏 900

走偏频繁几乎无法正常行走 1500

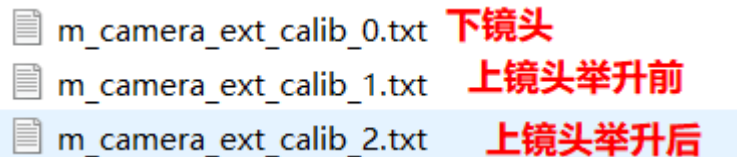
6.1.2 读码头外参导入方法

仅支持 2019 年 12 月 10 日以后的嵌入式基线 2.8 版本

1. 主控中已有外参标定参数

1) 敲命令 `castor_cli -R 67`

在/mnt 目录下生成如下图中的三个文件分别代表下镜头，举升前和举升后。



2) 如果需要修改标定参数，按照如下图中对应参数修改

00D81010940	都码头序列号
1	当前标定值版本
2020	X坐标, 单位1/1000 mm
-5413	Y坐标, 单位1/1000 mm
636	小车偏角, 单位度1/1000

3) 把修改后的文件放置/mnt 目录下，敲命令 `castor_cli -R 257` 即可保存至主控的 flash 中。

4) 如需验证重复步骤 1.

2. 主控中没有外参标定参数

1) 需要从有外参标定参数的主控中敲命令 `castor_cli -R 67` 获取标定参数文件。

2) 把获取到的标定参数文件放置没有标定参数的主控中的/mnt 目录下，

敲命令 `castor_cli -R 257` 即可保存至主控的 flash 中。

3) 如需验证重复步骤 1

6.1.3 Sensor 板车

！仅适用于运行平稳、侧向精度差、偶尔走偏的AGV。
！优先进行下镜头标定，可在难以进行标定时使用

下镜头标定文件格式 (camera_param_****-1.txt) :

1	1280.000000	
2	1280.000000	
3	0.003750	
4	0.003750	
5	0.003750	
6	0.003750	
7	658.338074	
8	358.293854	
9	1.000000	
10	4.631680	
11	0.051533	
12	-104.770805	
13	58.748993	
14	268.008240	
15	-3.097199	
16	-0.003088	
17	0.0076471	第17行，读码角度调整，一般±0.035之间
18	640.516541	
19	358.823395	
20	36.000000	
21	126.329002	
22	126.914001	
23	392.571991	
24	1.441583	
25	403.673004	

修改逻辑（简化版）:

小车行驶偏左严重，会有向左走偏(原解码角度小) 第 17 行值减小 变为行驶向右 小车行驶偏右严重，会有向右走偏(原解码角度大) 第 17 行值增大 变为行驶向左

调调整大小: (弧度制 0.017 代表 1 度) 地图正常，其它对比车行驶正常情况下:

行走路径稍偏，一次停止侧向精度不够	0.010
单侧偶尔走偏	0.015
走偏频繁几乎无法正常行走	0.025

6.1.4 Sensor 板操作步骤（不可省略第二步）：

1. secureCRT 远程连接小车 ip ；
2. 更新三个标定文件（不可省略）
`castor_cli -R 67`
3. 下载三个标定文件
`cd /mnt`
`ls`
`sz camera_param_*`
4. 修改下镜头标定文件（camera_param_****-1.txt）第 17 行
`camera_param_****-2.txt` 与 `camera_param_****-3.txt` 不变；
5. 将修改后的三个文件上传到/devinfo 文件夹（仅上传一个不生效）
`cd /devinfo`
`rz`
6. 重启小车 reboot

6.2 上镜头修正

修正前提：空车移动直线度较好，车身不扭动，下镜头标定精度较好；

货码粘贴无角度偏差；单车同一个货架摆放重复性一致；

现象：货架摆歪，角度有偏差，

6.2.1 读码头车

外参导入方法与下镜头外参导入方法相同，修改对应的标定文件；

调整逻辑：（单位千分之一度）

货架需要顺时针转才摆正 解码角度偏小 补偿一个正值

货架需要逆时针转才摆正 解码角度偏大 补偿一个负值

6.2.2 Sensor 板车

调整逻辑：（弧度制 0.017 代表 1 度）

货架需要顺时针转才摆正 解码角度偏小 补偿一个负值

货架需要逆时针转才摆正 解码角度偏大 补偿一个正值

调整方式见 2.1.4;

六、修订记录

序 号	变更时间	版本	变更人	审批人	变更说明
1	2018-03-14	V1.0.0	刘佳		新建故障诊断文档
2	2020-04-13	V1.1.0	王韬		增加异常定位方法
3	2020-04-24	V1.2.0	王宇		增加镜头外参修正方法