

TI 阻抗跟踪™ 电量计化学 ID 获取方法

Mingmo Zhu

Shenzhen

ABSTRACT

随着锂电池的广泛应用，TI 电量计越来越多使用在[智能手机电池](#)、[笔记本电脑电池](#)、[智能音箱电池](#)、[电动自行车电池](#)等产品里。电池化学 ID (Chemistry ID or CHEM ID)是 TI 阻抗跟踪™ (Impedance Track™) 算法电量计（比如 [BQ40Z50-R2](#), [BQ28Z610](#), [BQ27750](#), [BQ27542-G1](#) 等）的基础。本文从 TI 阻抗跟踪™ 电量计开发流程出发，介绍化学 ID 的概念，介绍如何定制 ID 和如何匹配 ID 等获取方法，并结合了客户匹配 ID 时容易出错的案例分析，以便帮助 TI FAE 和客户快速使用 TI 电量计。

Contents

1	电池化学 ID 简介	2
2	电池化学 ID 定制方法.....	2
3	电池化学 ID 匹配方法——数据采集	4
4	电池化学 ID 匹配方法——数据处理	5
5	参考文献	9

Figures

Figure 1.	电量计开发流程	2
Figure 2.	化学 ID 定制流程.....	3
Figure 3.	匹配化学 ID 所需要的电压电流曲线	4
Figure 4.	检查数据单位.....	5
Figure 5.	日期与时间分列	5
Figure 6.	绝对时间转换为相对运行时间	6
Figure 7.	绝对时间跨越凌晨导致计算出现负数	6
Figure 8.	绝对时间跨越凌晨的处理	6
Figure 9.	检查数据连续性有无奇点	6
Figure 10.	删除奇点.....	7
Figure 11.	roomtemp_rel_dis_rel.csv 和 config.txt 示例	7
Figure 12.	GPC CHEM ID 匹配报告邮件示例	8
Figure 13.	GPC CHEM ID 匹配报告示例	8

1 电池化学 ID 简介

随着锂电池的广泛应用，TI 电量计越来越多使用在[智能手机电池](#)、[笔记本电脑电池](#)、[智能音箱电池](#)、[电动自行车电池](#)等产品里。TI 阻抗跟踪™电量计（比如 [BQ40Z50-R2](#), [BQ28Z610](#), [BQ27750](#), [BQ27542-G1](#) 等）开发流程如图 1 所示，确定电池化学 ID 是第一个非常重要的步骤。

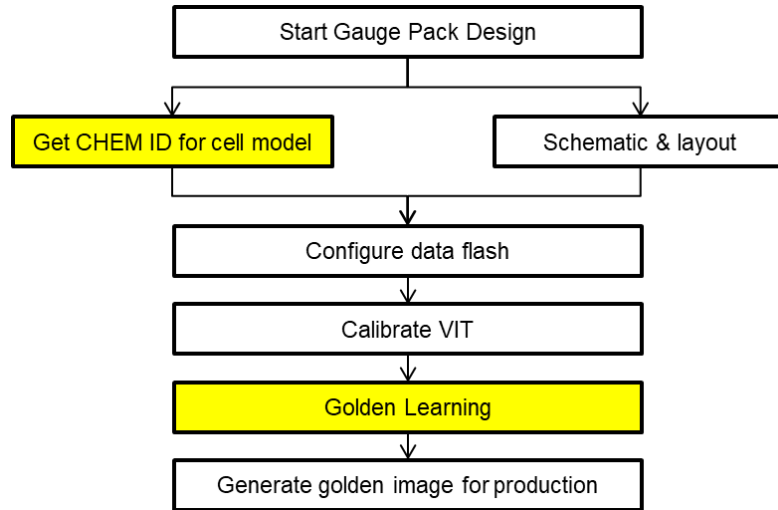


Figure 1. 电量计开发流程

顾名思义，电池化学 ID 就是电池化学特性的身份识别号。不同型号(Cell model) 的电池其化学容量、开路电压 (OCV)曲线、阻抗曲线等特性是不同的，因此，TI 建立了一个庞大的数据库，为各种型号电池的放电特性制作相应的化学 ID。每个化学 ID 包含了化学容量 Qmax、开路电压曲线(OCV table)、阻抗曲线(R table)等信息。阻抗跟踪算法(Impedance Track™) 电量计基于该电池化学 ID 进行容量计算和阻抗更新。

目前 TI 化学 ID 数据库已经为全球众多电芯品牌和型号制作了 ID，我们可以通过 bqStudio 软件 (<http://www.ti.com/tool/bqstudio>) 的 Chemistry 菜单来选择相应型号的 ID 导入到电量计。如果你所用的电池型号不在数据库里，那你可以寄电芯给 TI 定制 ID，定制 ID 能够采集到电池准确的放电特性因而可以达到更优的电量计量性能。考虑到定制 ID 一般需要 3 周以上的时间，如果急需的话也可以自行测试电池然后从数据库里匹配一个最相近的 ID，一般 1 天即可完成。下面详细介绍如何定制 ID 和如何匹配 ID。

2 电池化学 ID 定制方法

化学 ID 定制流程如图 2 所示。定制 ID 请先联系 TI FAE、业务代表或代理，索取申请表格（如表 1 所示）和电芯接收人邮寄地址，打印表格与 5 个用于量产的新电芯一起寄给 TI 电芯实验室。填好申请表后把它和电芯规格书一起发 email 给 TI FAE、业务代表或代理。TI 电芯实验室收到电芯后将会根据申请表和电芯规格书对电芯进行常温(25 度)、高温(50 度或客户指定温度)、低温(0 度或客户指定温度)放电测试，采集 OCV、阻抗等数据，然后处理数据生成化学 ID，同时也会制作 ID 库更新包，发布在 TI 官网 (<http://www.ti.com/tool/gasgaugechem-sw>)。注册 myTI 用户(<http://www.ti.com.cn/myti>)即可在下载 bqStudio Chemistry Updater 压缩包，然后在 bqStudio 里导入这个 ID 更新包即可在 bqStudio 使用。

更新 bqStudio 化学 ID 库方法如下：打开 bqStudio，从 bqStudio 的“Help”菜单中选择“Update Chemistry”；当出现提示时，点击“OK”手动选择前面下载的 bqStudio Chemistry Updater zip 文件；成功更新后，将显示一则确认消息；最后重新打开 Chemistry 选项卡即可看到新增化学 ID。

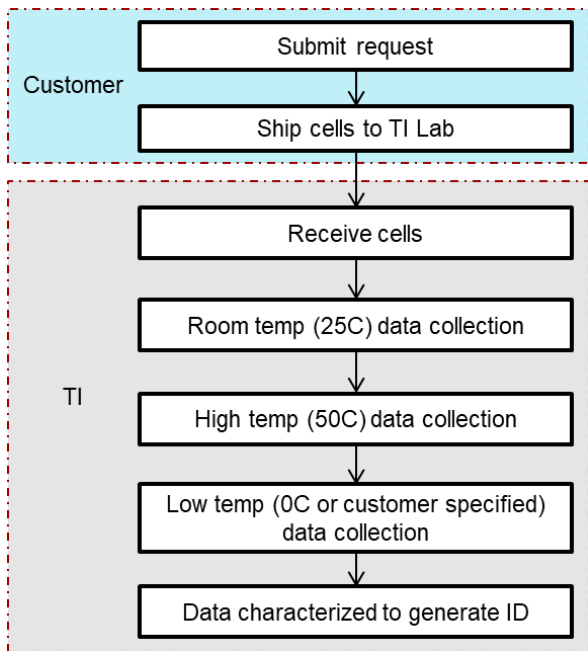


Figure 2. 化学 ID 定制流程

化学 ID 定制申请表的主要内容如下表 1。

表 1. 化学 ID 定制申请表主要内容

内容	示例	填写指引
Cell Information		单个电芯的信息
Cell Manufacturer	Example: LG/ATL/Coslight/BYD/Lishen, etc.	填写电芯制造商
Cell Model	Example: INR12345x	填写电芯型号
Cell Type	Example: Li-Ion, LiFePO4	填写电芯化学类型
Design Capacity	Example: 2300mAh	填写电芯标称容量
Charge Voltage	Example: 4350mV	填写电芯充电电压
Cut off Voltage	Example: 3000mV	填写电芯放电截止电压
Pack Information		电池组的信息
Pack Configuration	Example: 2S	填写电芯串环节数
High Temp	Example: 50C	电池正常使用高温温度，默认 50 摄氏度
Room Temp	Example: 25C	电池正常使用常温温度，默认 25 摄氏度
Low Temp	Example: 0C	电池正常使用低温温度，默认 0 摄氏度
Other information		
Other comments	Example: Need Turbo Mode	填写其他补充信息，比如有些 Notebook pack needs Turbo Mode.
Tracking number		填写快递单号

3 电池化学 ID 匹配方法——数据采集

考虑到定制 ID 一般需要 3 周以上的时间，如果急需的话也可以自行测试电池然后从数据库里匹配一个最相近的 ID，一般 1 天即可完成。匹配的方法是先采集电池充满放空的数据，然后把这些数据处理上传到 TI 官网 GPCHEM 工具(<http://www.ti.com/tool/GPCHEM>) 即可获得匹配的结果。

数据采集的目标是记录常温下电池“充满—静置—放空—静置”过程中电压、电流、温度等三个变量随着时间变化的数据，如下图 3 所示。

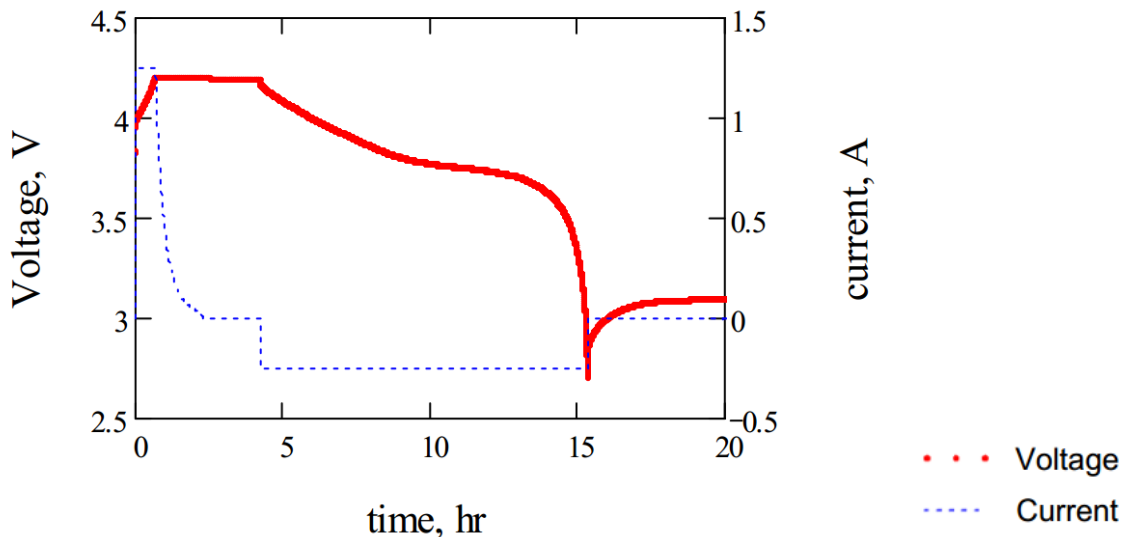


Figure 3. 匹配化学 ID 所需要的电压电流曲线

数据采集步骤如下：

- (1) 数据采集需要在常温下进行，如果电芯一开始在其它温度下储存，则需要将电芯在常温下静置 2 小时才开始数据采集。
- (2) 把电芯充满。充电电压和充电电流按电芯规格书标定。这里对充电恒流大小没有要求，但是要求充电截止电流小于 0.01C。
- (3) 静置 2 小时。备注，对于锂离子电池、锂聚合物电池则静置 2 小时可以了；对于磷酸铁锂电池则要静置 5 小时。
- (4) 把电芯放空。以 0.1C 恒流放电，放至电芯规格书规定的放电截止电压，比如 3.0V。
- (5) 静置 5 小时。

这些数据采集可以用 bqStudio 的 log 功能来记录，也可以用老化柜、Arbin、Maccor 等电池测试设备来记录。需要记录时间、电压、电流、温度四列数据。记录时间间隔从 5 秒至 100 秒均可。电压精度要求常温 1mV 以上。电流精度要求常温 0.1% 以上。

有条件的话建议用 3 个同型号新电芯做以上步骤数据采集，这样可得到 3 组数据，匹配 3 个结果，找出 3 个结果共同的最匹配的 ID。

4 电池化学 ID 匹配方法——数据处理

数据采集完成后，我们要对其按照指定格式要求进行编辑处理，然后打包上传到 TI GPCCHEM 网络计算工具。下面结合客户匹配 ID 时容易出错的案例来分析如何进行数据处理。

(1) 检查数据的单位。要求如下：(a)相对运行时间，以秒为单位累加，比如图 4 的 **ElapsedTime**；有些老化柜记录的名字是“相对时间”，把它统一为以秒为单位累加即可；(b)电压，以 **mV** 为单位，如图 4 的 **Voltage_mV**；(c)电流，以 **mA** 为单位，如图 4 的 **Current_mA**；(d)温度，以摄氏度为单位，如图 4 的 **Temperature**。如果是用 **bqStudio** 记录的数据那单位都符合要求的。有些老化柜或 **Arbin** 记录电压以 **V** 为单位、电流以 **A** 为单位，则需要把 **V** 和 **A** 都乘以 1000 转换为 **mV** 和 **mA**，如图 4 所示。

E2		fx =D2*1000					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Sample	ElapsedTime	Temperature	Current	Current_mA	Voltage	Voltage_mV
2	1	12	23.8	2.609	2609	3.423	3423
3	2	14	24.1	2.606	2606	3.432	3432
4	3	16	24.4	2.607	2607	3.438	3438

Figure 4. 检查数据单位

有些老化柜没有记录相对运行时间，只记录“日期+时间”合成的系统时间，那么需要先把日期和绝对时间分隔。如图 5 应用案例所示，选中系统时间列 A，选择“菜单”>>“数据(Data)”>>“Text to Columns”分列——“以空格 Space 为分隔符”，将日期与时间分开两列。然后把 hh:mm:ss 格式的绝对时间转换成以秒累积的相对时间，如图 6 所示，新建“相对运行时间(ElapsedTime)”列(D 列)，第一个时间点设为 0，从第二个时间点开始用公式： $D3=D2+TEXT(C3-C2, "[S])$ ”，回车，再将数据类型设为 **General**，则 D3 就会等于两个时间点的差值。把 C3 公式应用到该列其余数据，即可得到以秒为单位的时间轴。注意如果日期跨越凌晨 0 点，由于 0:00:00 – 23:59:59 得到负数，如图 7 所示；此时需要手动个性第一个负数，点击回车，其后的数据就会调整过来，如图 8 所示。

A1		fx 系统时间					
	A	B	C	D	E	F	G
1	系统时间			电压(mV)	电流(mA)	温度(°C)	
2	2017-12-12 8:38:27			3582.2	1675	21.7	
3	2017-12-12 8:38:29						
4	2017-12-12 8:38:33						
5	2017-12-12 8:38:37						
6	2017-12-12 8:38:41						
7	2017-12-12 8:38:45						
8	2017-12-12 8:38:49						
9	2017-12-12 8:38:53						
10	2017-12-12 8:38:57						
11	2017-12-12 8:39:01						
12	2017-12-12 8:39:05						
13	2017-12-12 8:39:09						
14	2017-12-12 8:39:13						
15	2017-12-12 8:39:17						
16	2017-12-12 8:39:21						
17	2017-12-12 8:39:25						
18	2017-12-12 8:39:29						
19	2017-12-12 8:39:33						
20	2017-12-12 8:39:37						
21	2017-12-12 8:39:41						
22	2017-12-12 8:39:45						

Figure 5. 日期与时间分列

D3		=D2+TEXT(C3-C2,"[s]")					
	A	B	C	D	E	F	G
1	系统时间			相对运行时间(s)	电压(mV)	电流(mA)	温度(°C)
2		12/12/2017	8:38:27	0	3582.2	1675	21.7
3		12/12/2017	8:38:29	2	3720.1	1675	21.7
4		12/12/2017	8:38:33	6	3727.5	1675	21.7
5		12/12/2017	8:38:37	10	3731.7	1675	21.7
6		12/12/2017	8:38:41	14	3735.1	1675	21.7
7		12/12/2017	8:38:45	18	3738	1675	21.7

Figure 6. 绝对时间转换为相对运行时间

D71		=D70+TEXT(C71-C70,"[s]")					
	A	B	C	D	E	F	G
	系统时间			相对运行时间(s)	电压(mV)	电流(mA)	温度(°C)
		12/12/2017	23:59:52	55285	2896.6	0	22.9
		12/12/2017	23:59:56	55289	2896.7	0	22.9
		12/13/2017	0:00:00	-31107	2896.8	0	22.9
		12/13/2017	0:00:05	-31102	2896.9	0	22.9

Figure 7. 绝对时间跨越凌晨导致计算出现负数

	A	B	C	D	E	F	G
	系统时间			相对运行时间(s)	电压(mV)	电流(mA)	温度(°C)
		12/12/2017	23:59:52	55285	2896.6	0	22.9
		12/12/2017	23:59:56	55289	2896.7	0	22.9
		12/13/2017	0:00:00	55293	2896.8	0	22.9
		12/13/2017	0:00:05	55298	2896.9	0	22.9
		12/13/2017	0:00:09	55302	2897	0	22.9

Figure 8. 绝对时间跨越凌晨的处理

(2) 检查数据的完整性和连续性。把电流、电压的数据连线，即可看到是否完整（要求包含“静置——放电——静置”的数据）、是否连续（删除奇点、删除空白行）。比如下图 9 的应用案例中，老化柜在第 20000 秒记录了一个电压 0V 的奇点、第 23800 秒记录了一个电压 4V 的奇点，要把它们删掉。

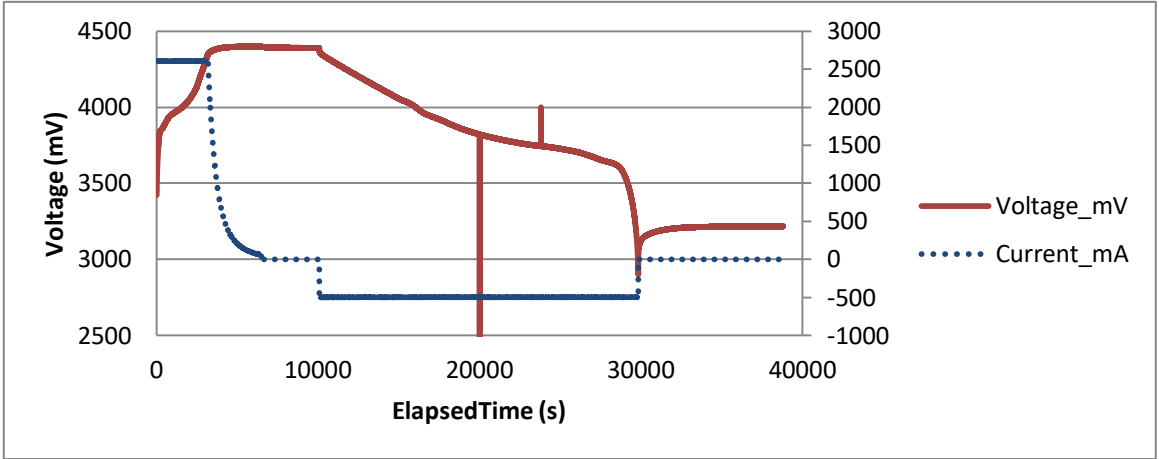


Figure 9. 检查数据连续性有无奇点

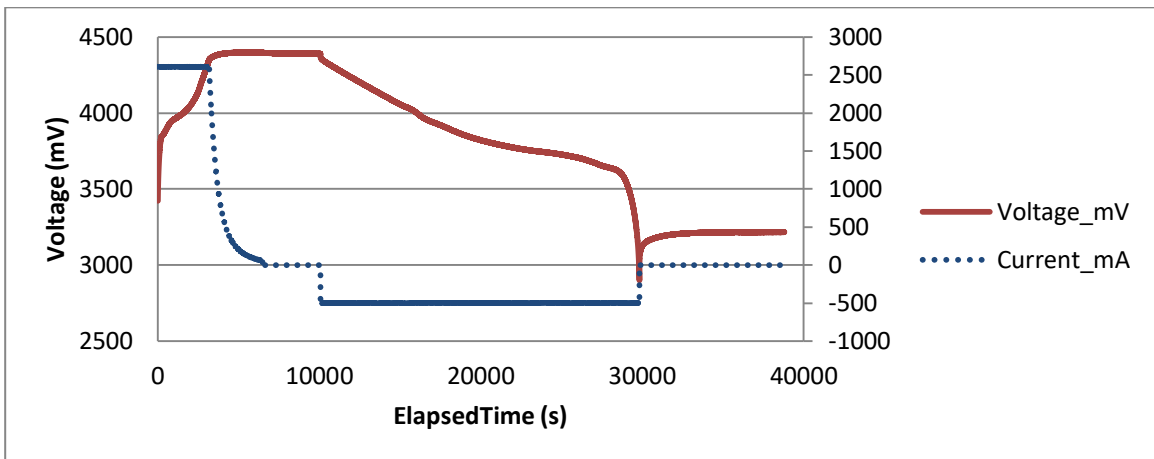


Figure 10. 删除奇点

(3) 数据整理好之后，另存为 csv (Comma Delimited)格式。文件名统一命名为：roomtemp_rel_dis_rel.csv。

(4) 创建一个记事本文档，命名为 config.txt。文档包含以下内容：

- ProcessingType=2 代表 GPC 工具类型，做 CHEM ID 匹配时该值必须是 2
- NumCellSeries=1 代表 roomtemp_rel_dis_rel.csv 数据是基于几节电芯串联做的
- ElapsedTimeColumn=0 代表 roomtemp_rel_dis_rel.csv 里相对时间的列号（从 0 开始计数）
- VoltageColumn=1 代表 roomtemp_rel_dis_rel.csv 里电压的列号（从 0 开始计数）
- CurrentColumn=2 代表 roomtemp_rel_dis_rel.csv 里电流的列号（从 0 开始计数）
- TemperatureColumn=3 代表 roomtemp_rel_dis_rel.csv 里温度的列号（从 0 开始计数）

图 11 是一个 roomtemp_rel_dis_rel.csv 和 config.txt 的示例。

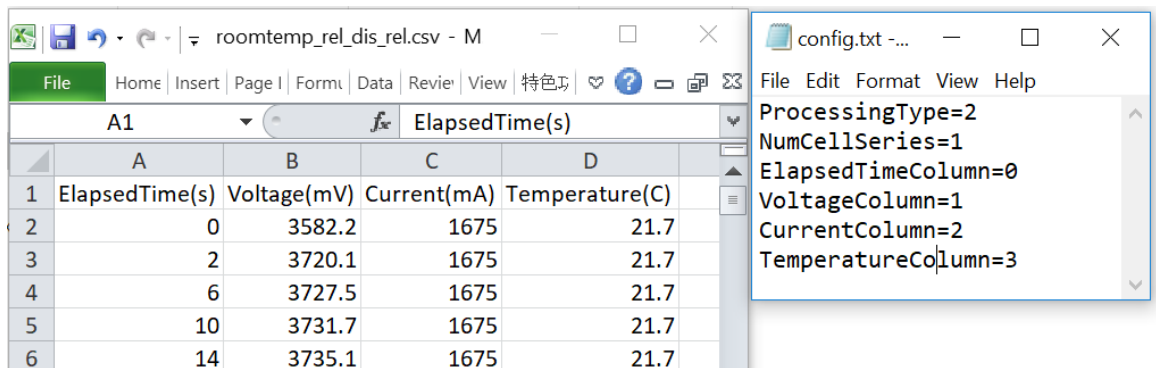


Figure 11. roomtemp_rel_dis_rel.csv 和 config.txt 示例

(5) 把 config.txt 和 roomtemp_rel_dis_rel.csv 两个文件压缩为 zip 格式，登录 <http://www.ti.com/tool/GPCCHEM> 网站，点击 Upload zip file 按钮上传数据。上传需要先登录 myTI 账号(<http://www.ti.com.cn/myti>)。过几分钟服务器会自动把 ID 匹配结果发到你登录 myTI 的邮箱，如图 12 所示。为了避免邮件被分派到垃圾信箱，请把发件人 gpc_do_not_reply@ti.com 加入你通讯录或受信发件人。如果数据格式不满足要求或有错误，系统也会在该邮件里指出。

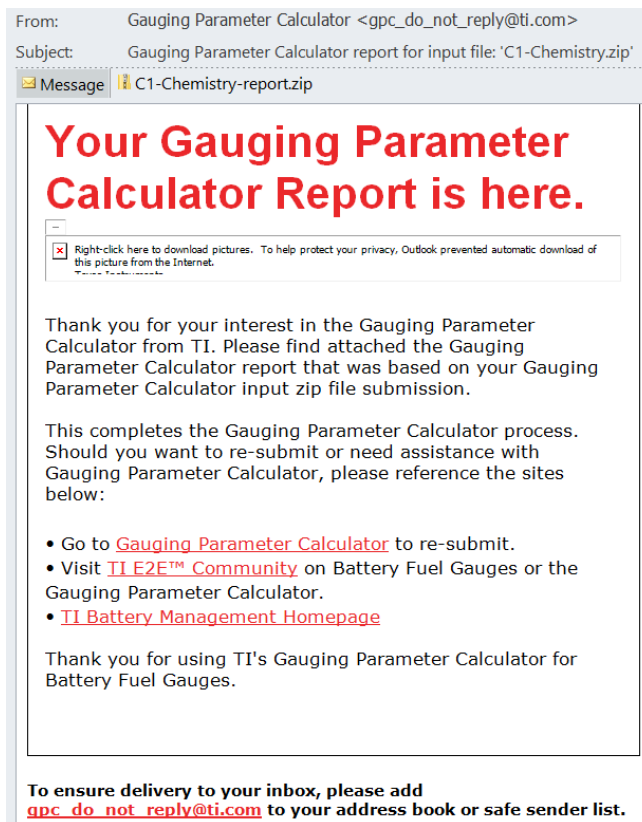


Figure 12. GPC CHEM ID 匹配报告邮件示例

匹配报告 GPC_report 会提示最匹配的 ID 号及其误差，同时还会把误差在 3% 以内的所有 ID 列出来，如图 13 所示。如果上传了多组数据收到多个 GPC_report，那么选择几个报告里共同的误差小的 ID 即可。

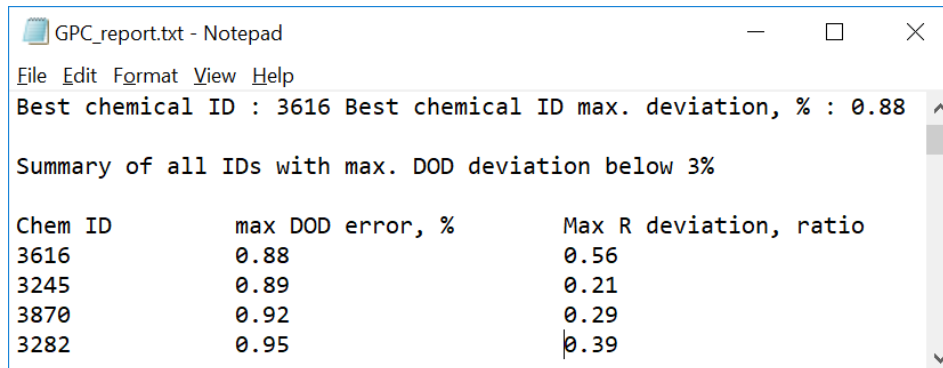


Figure 13. GPC CHEM ID 匹配报告示例

5 参考文献

1. GPC CHEM tool: <http://www.ti.com/tool/GPCCHEM>
2. GPC CHEM user guide: <http://www.ti.com/lit/pdf/slva725> (SLVA725)
3. Theory and Implementation of Impedance Track Battery Fuel Gauge: https://e2echina.ti.com/cfs-file/_key/telligent-evolution-components-attachments/00-24-00-00-00-00-02-91/Theory-and-Implementation-of-Impedance-Track-Battery-Fuel_2D00_Gauging-Algorithm.pdf

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2018 德州仪器半导体技术（上海）有限公司