

概述

特性

SLM6900是一款支持多类型锂电池或磷酸铁锂电池的充电电路，它预置了三节或四节锂电池充电模式，同时也支持通过外围分压电阻调节的其它输出电压模式。它是采用300kHz固定频率的同步降压型转换器，因此具有很高的充电效率，自身发热量极小。

SLM6900包括完整的充电终止电路、自动再充电和一个精确度达±1.0%的充电电压控制电路，内部集成了输入低电压保护、输出短路保护、电池温度保护等多种功能。

SLM6900采用TSSOP-14L封装，外围应用简单，作为大容量电池的高效充电器。

- 宽电压输入范围
- 300kHz固定开关频率
- 预设三节或四节锂电池输出电压或充电电压通过外围分压电阻设置
- 输出电压精度达到±1.0%
- 充电状态双输出、无电池和故障状态显示
- 低电压涓流充电功能
- 软启动限制了浪涌电流
- 电池温度监测功能
- 极高的防浪涌电压能力
- 采用TSSOP-14L封装

最大额定值

应用

- COMP: -0.3V~7.5V
- V_{IN} : -0.3V~45V (瞬时)、-0.3V~30V (连续)
- 其它脚: -0.3V~ $V_{IN}+0.3V$
- BAT短路持续时间: 连续
- 最大结温: 145°C
- 工作环境温度范围: -40°C~85°C
- 贮存温度范围: -65°C~125°C
- 引脚温度 (焊接时间10秒): 260°C
- 手持设备
- 笔记本电脑
- 便携工业或医疗设备
- 电动工具
- 锂电池或磷酸铁锂电池

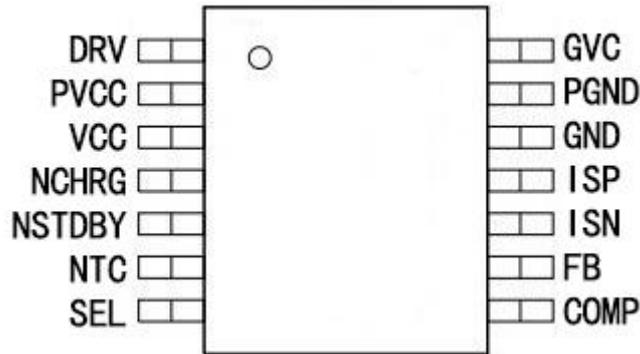


图 1. 引脚封装图

引脚	名称	说明
1	DRV	驱动管栅驱动
2	PVCC	驱动管驱动电压输入
3	VCC	芯片电源输入
4	NCHRG	电池充电指示
5	NSTDBY	电池完成指示
6	NTC	电池温度检测
7	SEL	充饱电压方案选择
8	COMP	环路稳定性补偿
9	FB	电池电压反馈
10	ISN	充电电流检测负端
11	ISP	充电电流检测正端
12	GND	小信号地
13	PGND	驱动管驱动地
14	GVC	驱动管栅电压钳位

DRV(引脚 1): 外接 PMOS 管栅极驱动端。此端电压被 GVC 钳制在 $V_{IN}-6.3V$ 范围之内, 使外接 PMOS 管可选用低 V_{GS} 的型号, 以提高充电效率, 降低成本。

PVCC(引脚 2): 驱动管电源正输入端。

VCC(引脚 3): 模拟电源正输入端

NCHRG(引脚 4): 充电状态指示端。当充电器向电池充电时, 该管脚被内部开关拉至低电平, 表示充电正在进行; 否则该管脚处于高阻态。

NSTDBY(引脚 5): 电池充饱指示端。当电池已经充饱时, 该管脚被内部开关拉至低电平, 否则该管脚处于高阻态。

NTC(引脚 6): 电池温度检测端, 将此端接到电池的负温度系数的热敏电阻, 若不用这功能, 则悬空或接 VCC, 接地则关闭充电功能。

SEL(引脚 7): 电池输出电压方案选择端。若此端接地, 则选择为三节锂电池方案; 若接 VCC 端, 则为四节锂电池方案; 若悬空, 则电池充饱电压由外接分压电阻决定。

COMP(引脚 8): 充电环路稳定性补偿端。接一个串联的电阻和电容到地。

FB(引脚 9): 电池电压反馈端。在 SEL 接 GND 或 VCC 端时, 可串联电阻稍微提高充饱电压, 以补偿线路和电池内阻损耗, 在 SEL 悬空时, FB 端固定为 1.205V, 由外接分压电阻决定电池充饱电压。

*注: 当用户选择将 SEL 悬空, 使用外围分压电阻调节的其它输出电压模式时, 需特别咨询我司销售部门。

ISN(引脚 10): 充电电流检测负端。将此端接到充电电流设置电阻的负端。

ISP(引脚 11): 充电电流检测正端。将此端接到充电电流设置电阻的正端。

GND(引脚 12): 模拟地。

PGND(引脚 13): 驱动管地。

GVC(引脚 14): 驱动管栅电压钳位。此端跟 VCC 端之间接个 100nF 的电容, 使外接驱动管栅电压钳制在不低于 $V_{IN}-6.3V$ 的范围内。



SLM6900

开关型多节多类型锂电池充电电路

直流电特性

(如无特别说明, $V_{IN}=15V\pm 5\%$, $T_A = 25^\circ C$)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电源电压		6.8		28	V
I_{CC}	输入电源电流	待机模式 (充电终止)		0.75	1.5	mA
		停机模式 ($V_{IN}<V_{BAT}$ 或 $V_{IN}<V_{UV}$, 或NTC接地)			35	uA
V_{FLOAT}	稳定输出 (浮充) 电压	SEL接地	12.47	12.60	12.73	V
		SEL接高, $V_{IN}=20V$	16.63	16.80	16.97	V
V_{FB}		SEL悬空	1.193	1.205	1.217	V
I_{BAT}	BAT脚漏电流	$V_{BAT}=V_{FLOAT} + 0.2V$		10	15	uA
		停机模式 ($V_{IN}<V_{BAT}$ 或 $V_{IN}<V_{UV}$ 或NTC接地)			15	uA
I_{CHRG}	快充充电电流	$V_{BAT}>V_{TRIKL}$, $R_S=0.05\Omega$, 电流模式	2.2	2.4	2.6	A
I_{TRIKL}	涓流充电电流	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$, $R_S=0.05\Omega$, 电流模式		550		mA
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压	V_{BAT} 上升 (SEL接地)		8.4		V
		V_{BAT} 上升, $V_{IN}=20V$ (SEL接高)		11.2		V
		V_{BAT} 上升 (SEL悬空)		66		% V_{FB}
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压		60	100	150	mV
V_{UV}	V_{IN} 欠压闭锁门限	从 V_{IN} 低至高		7.2		V
V_{UV_HYS}	V_{IN} 欠压闭锁迟滞			400		mV
V_{ASD}	$V_{IN}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	V_{IN} 从低至高	50	250	350	mV
		V_{IN} 从高到低	20	150	250	mV
I_{TERM}	充电终止电流门限	$R_S=0.05\Omega$	100	200	300	mA
V_{NCHRG}	NCHRG引脚输出低电压	$I_{NCHRG}=5mA$		0.3	0.6	V
V_{NSTDBY}	NSTDBY引脚输出低电平	$I_{NSTDBY}=5mA$		0.3	0.6	V
I_{NTC}	NTC脚电流		45	50	55	uA
V_{NTCH}	NTC脚高端翻转电压			1.46		V



SLM6900

开关型多节多类型锂电池充电电路

V_{NTCH_HYS}	NTC脚高端翻转电压迟滞			100		mV
V_{NTCL}	NTC脚低端翻转电压			190		mV
V_{NTCL_HYS}	NTC脚低端翻转电压迟滞			40		mV
ΔV_{RECHRG}	再充电电池门限电压	SEL接低		450		mV
		SEL接高, $V_{IN}=20V$		600		mV
		SEL悬空		3.6		% V_{FB}
FREQ	振荡频率		250	300	350	kHz
D_{MAX}	最大占空比			95		%
V_{DRV_H}	DRV高电平	$V_{IN}-V_{DRV}$		60		mV
V_{DRV_L}	DRV低电平	$V_{IN}-V_{DRV}$		6.5	7.5	V
t_r	DRV上升时间	$C_{LOAD}=1.5nF$		30		ns
t_f	DRV下降时间	$C_{LOAD}=1.5nF$		30		ns
t_{SS}	软启动时间			30		ms
t_{RECHRG}	再充电比较器滤波时间			10		ms
t_{TERM}	充饱截止比较器滤波时间			10		ms

工作原理

SLM6900 是一款支持多类型锂电池或磷酸铁锂电池的充电电路，它预置了三节或四节锂电池充电模式。同时也支持通过外围分压电阻调节的其它输出电压模式。它是采用300kHz固定频率的同步降压型转换器，具有极高的充电效率，支持大功率充电，自身发热量极小。

SLM6900 包含两个漏极开路输出的状态指示端，充电状态指示端NCHRG和充电满状态指示端NSTDBY。

当输入电压大于电源低电压检测阈值，SLM6900 开始对电池充电，NCHRG管脚输出低电平，表示充电正在进行。如果电池电压低于 V_{TRIKL} ，充电器用小电流对电池进行涓流预充电。恒流模式对电池充电时，充电电流由电阻 R_S 确定。当电池电压接近 V_{FLOAT} 时，充电电流将逐渐减小，SLM6900 进入恒压模式。当充电电流减小到充电结束阈值时，充电周期结束，NCHRG端输出高阻态，NSTDBY端输出低电平。充电截止电流阈值是 I_{TERM} 。

当电池电压降到再充电阈值以下时，SLM6900 自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度的电压基准源，误差放大器和电阻分压网络确保电池端调制电压的精度在1%以内，满足了锂离子电池和锂聚合物电池精确充电的要求。当输入电压掉电或者输入电压低于电池电压时，充电器进入低功耗的睡眠模式，电池端消耗的电流小于15uA，从而增加了待机时间。

充电电流的设定

电池充电的电流 I_{BAT} ，由连接在ISP和ISN端的外部电流检测电阻 R_S 确定，其阻值与 I_{BAT} 的关系如表1所示。 R_S 可由该电阻两端的调整阈值电压 V_S 和恒流充电电流的比值来确定，恒流状态下 R_S 两端的电压 V_S 为120mV。

设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$I_{BAT} = 0.12 \div R_S$$

举例：需要设置充电电流1.2A，带入公式计算得 $R_S=0.1R$ 。

R_S	I_{BAT}
0.1R	1.2A
0.067R	1.8A
0.05R	2.4A
0.033R	3.6A

表1. R_S 与充电电流对应关系

电池充饱电压设置

SLM6900芯片内部预置了三节或四节充电锂电池模式，可以通过SEL引脚设置。当SEL接地时，SLM6900工作在三节锂电池输出模式，典型充饱电压为12.6V，当SEL接 V_{IN} 时，SLM6900工作为四节锂电池输出模式，典型充饱电压为16.8V。同时，在三节或四节预置模式下，为了进一步提升充饱电压以补偿寄生电阻引起的充电不足，可以在FB端串联一个电阻，如图2中 $R4_OPT$ 所示，具体补偿电压大小可用如下式子估算：

$$\Delta V = R4_OPT \times 0.00001$$

如果SEL悬空，则SLM6900的输出充饱电压将由外接的分压电阻决定，应用图如图3所示，具体充饱电压可按如下式子计算：

$$V_{FLOAT} = 1.205 \times \frac{R4 + R5}{R5}$$

在该模式下，其输出电压有极大的自由度，可以满足5V至 V_{IN} 电压以内的各种要求，可以用于锂电池、磷酸铁锂电池、三元锂电池等各型可充电电池充电， $R4+R5>1M\Omega$ 。

充电终止

当充电电流在达到最终充满电压之后降至约 I_{TERM} 时，充电循环被终止。

芯片内部含有充电电压电流监测模块，当监测到充电电压达到 V_{FLOAT} ，充电电流低于 I_{TERM} 时，SLM6900 即终止充电循环，在这种状态下，BAT 引脚上的所有负载都必须由电池来供电。

在充满待机模式中，SLM6900 对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到比 V_{FLOAT} 电压低 ΔV_{RECHRG} 的再充电门限以下时，则另一个充电循环开始并再次向电池供应电流。

充电状态指示

SLM6900 有两个漏极开路状态指示输出端，NCHRG 和 NSTDBY，一般情况下，NCHRG 接红灯，NSTDBY 接绿灯。当充电器处于充电状态时，NCHRG 被拉至低电平，NSTDBY 处于高阻态，即红灯亮，绿灯不亮；当处于充饱状态时，NSTDBY 被拉至低电平，NCHRG 处于高阻态，绿灯亮，红灯不亮；当充电状态异常时，NCHRG 和 NSTDBY 都处于高阻态，双灯均不亮。

当电池未接时，NCHRG 脚输出脉冲信号。当 BAT 管脚的外接电容为 10uF 时 NCHRG 闪烁频率约 1-4Hz。当不需要指示功能时，将不用的状态指示输出接到地。

充电状态	红灯 NCHRG	绿灯 NSTDBY
充电	亮	灭
电池充满	灭	亮
欠压，电池温度过高或过低，电池短路	灭	灭
电池未连接，BAT 脚连接 10uF 电容	绿灯亮，红灯闪烁	

表2：充电状态与指示灯对应关系

电池过温监测

为了防止温度过高或者过低对电池造成损坏，SLM6900 内部集成有电池温度监测电路。

电池温度监测通过监测紧贴电池的负温度系数的热敏电阻实现。该热敏电阻连接在 NTC 与 GND 之间。

芯片内部，NTC 管脚连接到两个电压比较器的输入端，其低电压阈值为 190mV，对应正常温度范围的上限温度点；高电压阈值为 1.46V，对应正常温度范围的下限温度点。如果 NTC 管脚的电压处于这个范围之内，则芯片正常充电，否则表示电池的温度太高或者太低，充电过程将被暂停。

NTC 管脚的上拉电流为 50uA，所以负温度系数的热敏电阻值在 25°C 是应该为 10kΩ，在上限温度点时其值约为 3.8kΩ（约对应 52°C），下限温度点时其值约为 29kΩ（约对应 -1°C）。用户可以根据具体需要选择合适的型号。

如果需要调整上限温度或下限温度保护点，用户可以通过同热敏电阻并联或串联一个普通电阻来实现。

如果电池温度监测功能不需要，可以使 NTC 脚悬空，或者接到 VCC 端。

片外功率管选择

SLM6900 的 DRV 管脚用于驱动片外功率型 PMOS 场效应晶体管。该 PMOS 管的性能，会直接影响到电池的充电效率和稳定性。

SLM6900 内部设有 PMOS 晶体管栅电压钳位电路，能把片外功率管的栅电压开启电压 V_{GS} 钳制在 6.5V 左右，因此，片外功率管可以选用低 V_{GS} 的型号，而不用担心由于输入电压远超栅耐压而损坏外设。一般情况下，低 V_{GS} 型号的 MOS 管，具有更低的价格和更高的导通性能，从而使充电效率更高。

输入、输出电容

输入和输出的电容会直接影响到充电电路工作的稳定性。输入电容对输入电压起滤波作用，需要吸收SLM6900工作时PMOS管开关产生的较大纹波电流，因此输入电容必须要有足够的滤波能力。建议用多个低ESR的陶瓷电容并联，以获得更好的滤波效果。

输出电容可以降低输出端的纹波电压、改善瞬态特性，一般情况下，10uF~22uF的陶瓷电容即可满足应用要求。

电感选择

为了保证系统稳定性，在预充电和恒流充电阶段，系统需要保证工作在连续模式（CCM）。根据电感电流公式：

$$\Delta I = \frac{1}{L \times F} \left(\frac{V_{IN} - V_{BAT}}{V_{IN}} \right) \times V_{BAT}$$

其中 ΔI 为电感纹波、F为开关频率，为了保证在预充电和恒流充电均处于CCM模式， ΔI 取预充电电流值，即为恒流充电的1/10，根据输入电压要求可以计算出电感值。

电感取值10uH~20uH。

电感额定电流选用大于充电电流，内阻较小的功率电感，同时为保证有较低的电磁辐射，电感最好为贴片式屏蔽电感。

二极管选择

典型应用图中的D1和D2均为肖特基二极管。D1的作为是防止电池电流反灌到输入端，D2是电感的续流二极管。这两个二极管的电流能力均至少要比充电电流大，耐压也要大于最高输入电压。

如果不用防反灌二极管D1，充电电路也能正常工作，并且由于减去了D1上的功耗，充电效率会更高，但是由于无防反灌功能，在 V_{IN} 不接时，会有40uA的漏电流从电池通过片外PMOS管流入到VCC，这会加大电池的待机功耗，影响待机时间，用户可综合各种因素考虑。

PCB 布板考虑

良好的PCB设计对于保证SLM6900充电电路长期稳定工作非常重要。

SLM6900在充电时，DRV脚处于不断的开关状态，为了使EMI最小，输入电容、片外PMOS场效应管、两个肖特基二极管、电感等的走线必须尽可能短，输入电容应该靠近PMOS管的源极。同时为了减小开关纹波对SLM6900的干扰，在VCC与GND之间也应该布一个电容，这个电容要靠近SLM6900。

连接COMP引脚的补偿电容应该在SLM6900的GND返回或离它尽可能近，这样会防止GND、PGND噪声扰乱环路的稳定性。

作为电流检测脚，ISP和ISN应该直接接到 R_s 电阻两端，以获得最精确的充电电流监测结果。

SLM6900芯片本身发热量极小，但是片外功率型器件如PMOS、二极管、电感等，会在大功率充电时产生较大的热量，PCB板的面积必须考虑要拥有足够的散热能力，以满足长时间稳定可靠的工作。

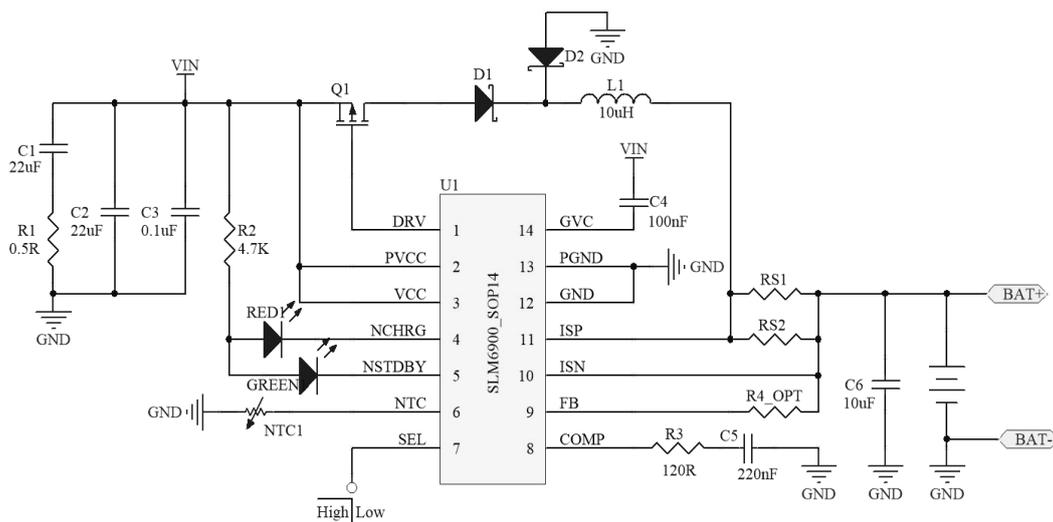


图2. 典型应用电路
(预置三节及四节锂电池充电模式)

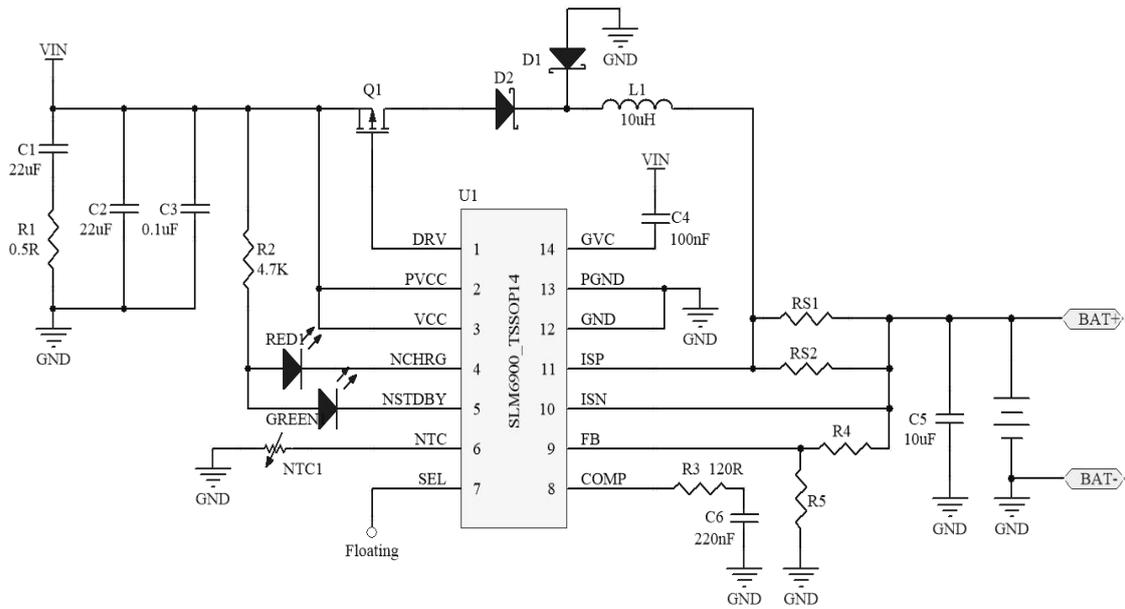
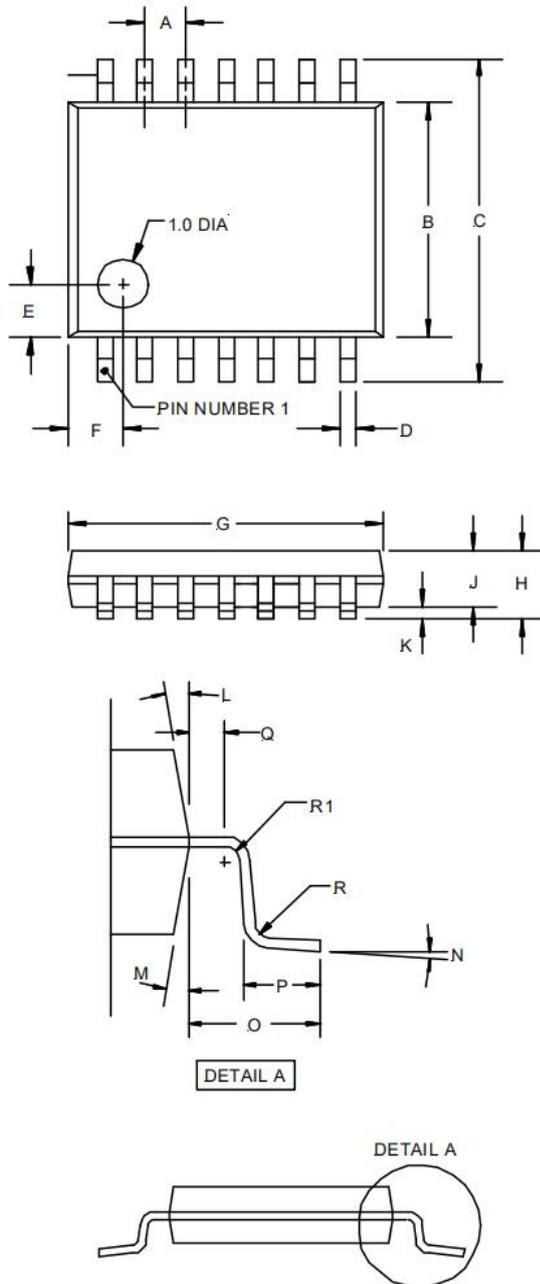


图3. 扩展应用电路
(外围分压电阻调节的其它输出电压模式)

TSSOP14 封装外形尺寸 (单位 mm)



SYMBOL	14-PIN		
	MIN	NOM	MAX
A	0.65 BSC		
B	4.30	4.40	4.50
C	6.40 BSC		
D	0.19	---	0.30
E	1.00		
F	1.00		
G	4.90	5.00	5.10
H	---	---	1.10
J	0.85	0.90	0.95
K	0.05	---	0.15
L	12 REF		
M	12 REF		
N	0	---	8
O	1.00 REF		
P	0.50	0.60	0.75
Q	0.20		
R	0.09	---	---
R1	0.09	---	---